

2003-449257/42

B02

TAKE 2001.09.25

KEDA CHEM IND LTD

\*WO 2003035650-A1

2001.09.25 2001-290675(+2001JP-290675) (2003.05.01) C07D  
 491/048, A61K 31/4741, 31/497, 31/501, 31/506, 31/55, 31/554, A61P  
 3/04, 3/10, 9/04, 9/10, 11/00, 11/06, 13/12, 15/00, 17/02, 17/06, C07F  
 9/6561, C07D 519/00, A61P 19/02, 19/10, 25/00, 25/24, 25/28, 27/02,  
 29/00, 31/18, 37/02, 37/06, 37/08, 43/00

Use of new and known compounds having tricyclic partial structure as entry inhibitors for treating e.g. HIV infections (Jpn)

C2003-119260 N(AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY BZ  
 CA CH CN CO CR CU CZ DE DK DM DZ EC EE ES  
 FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG  
 KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN  
 MW MX MZ NO NZ OM PH PL PT RO RU SD SE SG  
 SI SK SL TJ TM TN TR TT TZ UA UG US UZ VC VN  
 YU ZA ZM ZW) R(AT BE BG CH CY CZ DE DK EA  
 EE ES FI FR GB GH GM GR IE IT KE LS LU MC MW  
 MZ NL OA PT SD SE SK SL SZ TR TZ UG ZM ZW)

Addnl. Data: KAWANO Y, FUJII N, KANZAKI N, IIZAWA Y  
 2002.09.24 2002WO-JP09760

### NOVELTY

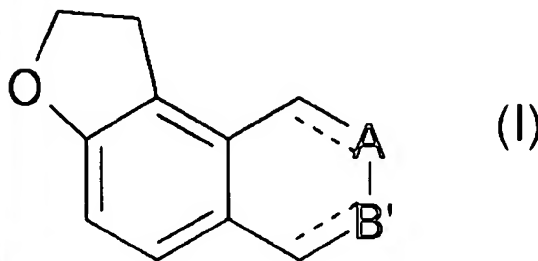
Use of compounds having a tricyclic partial structure (I) is

B(6-E5, 14-A1, 14-A2B1, 14-E11, 14-F1A, 14-F2B, 14-F7, 14-G3, 14-J1A1, 14-J1A4, 14-N1, 14-N3, 14-N10, 14-N17B, 14-S4) .8

claimed as entry inhibitors.

### DETAILED DESCRIPTION

Use of compounds having a tricyclic partial structure of formula (I) or their salts is claimed as entry inhibitors.

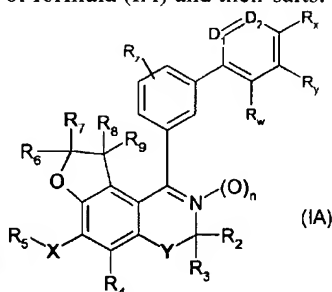


one of A and B' = C and the other = N.

An INDEPENDENT CLAIM is also included for tricyclic compounds

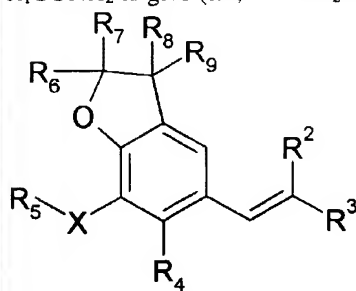
WO 2003035650-A+

of formula (IA) and their salts.



# TECHNOLOGY FOCUS

Organic Chemistry - Preparation: Preparation of (IA) comprises e.g. reacting a tricyclic compound of formula (VIII) with  $R_1CN$  or  $R_1CONH_2$  to give (IA;  $Y = CH_2$  or  $CH(OH)$ ;  $n = 0$ ).



(VIII)

(675pp2533DwgNo.0/0)

WO 2003035650-A/3



(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 5 月 1 日 (01.05.2003)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/035650 A1

(51) 国際特許分類: C07D 491/048, 519/00, A61K  
31/4741, 31/497, 31/501, 31/506, 31/55, 31/554, A61P  
31/18, 43/00, 3/04, 3/10, 9/04, 9/10, 11/00, 11/06, 13/12,  
15/00, 17/02, 17/06, 19/02, 19/10, 25/00, 25/24, 25/28,  
27/02, 29/00, 37/02, 37/06, 37/08, C07F 9/6561

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/09760

(22) 国際出願日: 2002 年 9 月 24 日 (24.09.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2001-290675 2001 年 9 月 25 日 (25.09.2001) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 武田薬品  
工業株式会社 (TAKEDA CHEMICAL INDUSTRIES,  
LTD.) [JP/JP]; 〒541-0045 大阪府 大阪市 中央区道修  
町四丁目 1 番 1 号 Osaka (JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 川野 泰彦

(KAWANO, Yasuhiko) [JP/JP]; 〒565-0806 大阪府 吹  
田市 榎切山 2 1 番 D-4 0 2 号 Osaka (JP). 藤井 伸  
寛 (FUJII, Nobuhiro) [JP/JP]; 〒567-0021 大阪府 茨木  
市 三島丘 2 丁目 3 0 番 1-6 0 6 号 Osaka (JP). 神崎  
直之 (KANZAKI, Naoyuki) [JP/JP]; 〒567-0867 大阪府  
茨木市 大正町 2 番 1 5-2 0 3 Osaka (JP). 飯澤 祐史  
(IIIZAWA, Yuji) [JP/JP]; 〒617-0002 京都府 向日市 寺  
戸町殿長 3 1 番地 2 0 Kyoto (JP).

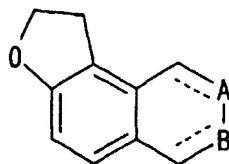
(74) 代理人: 高橋 秀一, 外 (TAKAHASHI, Shuichi et al.);  
〒532-0024 大阪府 大阪市 淀川区十三本町 2 丁目  
1 7 番 8 5 号 武田薬品工業株式会社大阪工場内 Os-  
aka (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,  
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ,  
OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

[続葉有]

(54) Title: ENTRY INHIBITOR

(54) 発明の名称: エントリー阻害剤

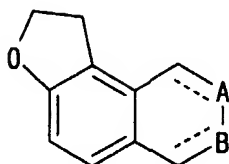


(I)

(57) Abstract: An entry inhibitor which comprises either a compound having a partial structure represented by the formula (I) (wherein one of A and B represents nitrogen and the other represents carbon and --- indicates a single bond or double bond) or a salt of the compound.

(57) 要約:

式



[式中、A、B のいずれか一方は窒素原子を他方は炭素原子を示し、--- は単結  
合または二重結合を示す] で表わされる部分構造を有する化合物またはその塩を含  
有してなるエントリー阻害剤を提供する。

WO 03/035650 A1



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## エントリー阻害剤

## 技術分野

- 5 本発明は、優れたエントリー阻害剤などに関する。

## 背景技術

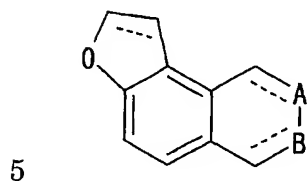
現在の AIDS（後天性免疫不全症候群）治療は強力な抗 HIV（ヒト免疫不全ウイルス）併用療法（HAART）が主流になっている。本法は HIV 逆転写酵素阻害剤 2 剤  
10 とプロテアーゼ阻害剤との組み合わせによる治療であり、AIDS 治療に大きな進展を与えた。しかしながらこれらの薬剤をもってしても HIV の感染を完全に抑制することはできず、新たな機序によるエイズ治療薬の開発が囑望されている。

HIV の感染はウイルスエンベロープ（Env）の gp120 が標的細胞膜上の CD4 分子に結合することにより開始される。この結合の結果、gp120 のコンフォメーション変化が起こり、コレセプターであるケモカインレセプター CCR5 あるいは CXCR4  
15 との複合体を形成し、さらなる gp120 の構造変化を起こす。その後 gp120 に隠されていた gp41 が露出し、gp41 の N 末端の疎水性アミノ酸領域を細胞膜に挿入して Env と細胞膜との融合が起こり、ウイルスの侵入に至ることが明らかとなっている。

20 近年、ケモカインレセプターあるいは Env を標的とした薬剤の開発が活発に進められており、新規作用機序の抗 HIV 薬として求められている。ケモカインレセプターを作用標的とした化合物として、例えば CCR5 に作用する N,N-ジメチル-N-[4[[[2-(4-メチルフェニル)-6,7-ジヒドロ-5H-ベンゾシクロヘプテン-8-イル]カルボニル]アミノ]ベンジル]テトラヒドロ-2H-ピラン-4-アミニウム クロリド  
25 (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 1999, 96, 5698)などや、CXCR4 に作用する AMD-3100 (The Journal of Experimental Medicine 1997, 186, 1383)などがある。また Env を作用標的とした化合物として、例えば、gp120 に結合する FP-21399 (The Journal of Infectious

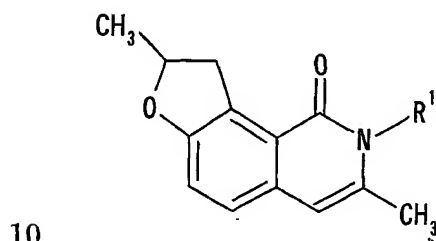
Diseases 2000, 182, 607) や gp41 に結合する 36 アミノ酸からなる合成ペプチド T-20 (Nature Medicine 1998, 4, 1302) などがある。しかしながら Env を作用標的とする化合物で、経口剤として開発されている化合物の報告はない。

一方、式



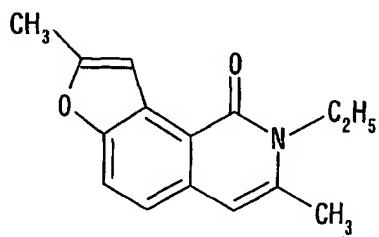
〔式中、A、B のいずれか一方は窒素原子、他方は炭素原子を示し、--- は単結合または二重結合を示す〕で表わされる部分構造を有する化合物として、これまでに以下に挙げる報告がなされている。

Indian Journal of Chemistry, Section B, 31B, 578, 1992 には、式



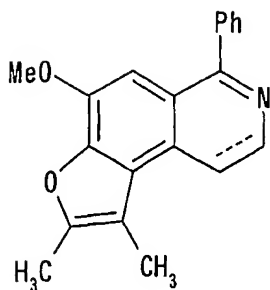
〔R<sup>1</sup> はエチル基またはフェニル基を示す〕で表される化合物の合成法が開示されている。

Indian Journal of Chemistry, Section B, 33B, 552, 1994 には、式



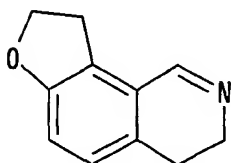
15 で表される抗菌作用を有する化合物が開示されている。

また、Bulletin De La Societe Chimique De France, 4201, 1972 には、式



〔--- は単結合または二重結合を示す〕で表される化合物の合成法が開示されている。

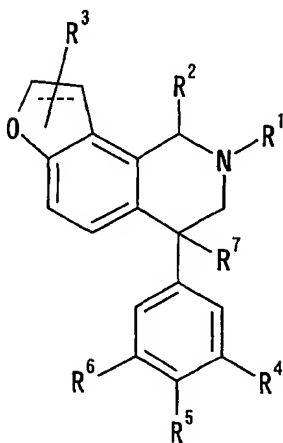
国際公開第 W001/70746 号パンフレットには、式



5

で表される部分構造を有する化合物またはその塩がホスホジエステラーゼ IV 阻害作用を有することが開示されている。

国際公開第 W002/04455 号パンフレットには、ノルエピネフリントランスポーター蛋白質の再取り込み阻害作用に基づいた神経・心神欠陥症の治療剤として式



10

〔式中、 $R^1$  は  $C_{1-6}$  アルキル、 $C_{2-6}$  アルケニル、 $C_{2-6}$  アルキニル、 $C_{3-6}$  シクロアルキル、 $C_{4-7}$  シクロアルキルアルキルまたはベンジル（これらは特定の置換基を有していてもよい）、 $R^2$  は水素原子、 $C_{1-6}$  アルキル、 $C_{2-6}$  アルケニル、 $C_{2-6}$  アルキニル、 $C_{3-6}$  シクロアルキル、 $C_{4-7}$  シクロアルキルアルキルまたは  $C_{1-6}$  ハロアルキル、 $R^3$  は水素原子、

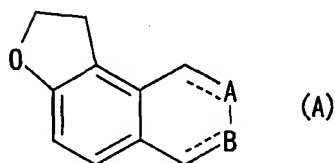
ハロゲン原子、 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ ハロアルキルまたは $C_{3-6}$ シクロアルキル（該 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ ハロアルキル、 $C_{3-6}$ シクロアルキルは特定の置換基を有していてもよい）、 $R^4$ 、 $R^5$ および $R^6$ はそれぞれ独立して水素原子、ハロゲン原子、ニトロ等を、 $R^7$ は水素原子、ハロゲン原子等を示す〕で表される化合物が開示されている。

- 5 新規な化学構造を有し、Env に作用して細胞膜との膜融合を阻害する薬剤は HIV 感染症、特に AIDS の予防・治療効果が期待でき、その開発が求められている。本発明はエンتری阻害作用を有する経口吸収性に優れた新規複素環化合物を提供することにある。

10

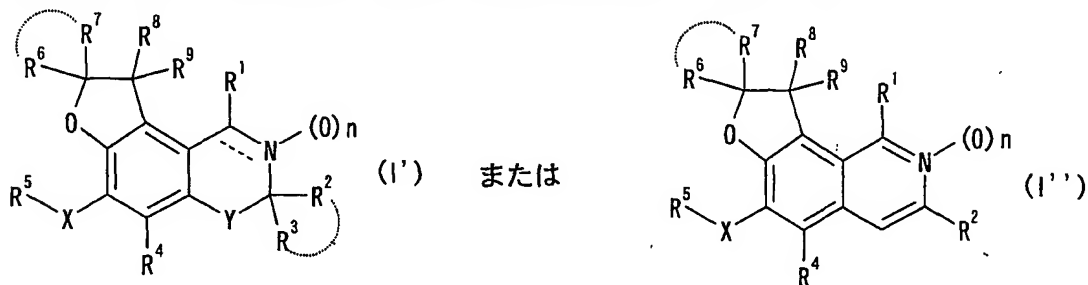
### 発明の開示

本発明者らは、種々鋭意研究を行った結果、式



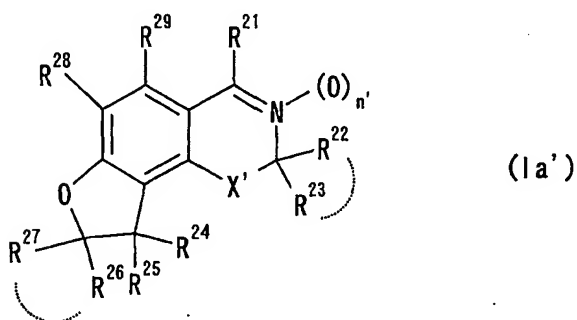
〔式中、A、B のいずれか一方は窒素原子、他方は炭素原子を示し、--- は単結合または二重結合を示す〕で表わされる部分構造を有する新規なフロイソキノリン

- 15 化合物（以下、化合物(A)と略記する場合がある）、特に、式



- 〔式中、 $R^1$ は(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基、(3)置換基を有していてもよい複素環基または(4)置換基を有していてもよいアミノ基を、 $R^2$ および $R^3$ はそれぞれ(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基または(3)アシル基を示し、 $R^2$ と $R^3$ は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、 $R^4$ は(1)水素原子、(2)シアノ基、(3)置換基
- 20

- を有していてもよい炭化水素基、(4)アシル基または(5)置換基を有していてもよいヒドロキシ基を、 $R^5$ は(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基、(3)アシル基、(4)置換基を有していてもよい複素環基または(5)ハロゲン原子を、 $R^6$ および $R^7$ はそれぞれ(1)水素原子または(2)置換基を有していてもよい炭化水素基を示し、 $R^6$ と $R^7$ は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、 $R^8$ および $R^9$ はそれぞれ(1)水素原子または(2)置換基を有していてもよい炭化水素基を、 $X$ は(1)結合手、(2)酸素原子、(3)酸化されていてもよい硫黄原子または(4)置換基を有していてもよい窒素原子を、 $Y$ は置換基を有していてもよいメチレン基を、 $n$ は0または1を、 $-$ は単結合または二重結合を示す]で表される化合物(以下、化合物(I')または化合物(I'')と略記する場合がある)もしくはその塩またはそのプロドラッグあるいはそれらの水和物;および式

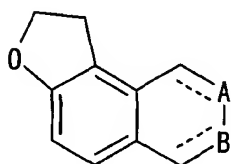


- [式中、 $R^{21}$ は(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基または(3)置換基を有していてもよい複素環基を、 $R^{22}$ および $R^{23}$ はそれぞれ(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基または(3)アシル基を示し、 $R^{22}$ と $R^{23}$ は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、 $R^{24}$ および $R^{25}$ はそれぞれ(1)水素原子または(2)置換基を有していてもよい炭化水素基を、 $R^{26}$ および $R^{27}$ はそれぞれ(1)水素原子または(2)置換基を有していてもよい炭化水素基を示し、 $R^{26}$ と $R^{27}$ は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、 $R^{28}$ は(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基、(3)アシル基、(4)置換基を有していてもよい複素環基、(5)ハロゲン原子、(6)式-OR<sup>30</sup>( $R^{30}$ は、水素原子、置換基を有していてもよい炭化水素基、アシル基または置換基を有していてもよい複素環基を示す)、(7)式-SR<sup>31</sup>( $R^{31}$ は、水素

- 原子、置換基を有していてもよい炭化水素基、アシル基または置換基を有していてもよい複素環基を示す)、(8)式-S(O) $R^{32}$  ( $R^{32}$  は、置換基を有していてもよい炭化水素基または置換基を有していてもよい複素環基を示す)、(9)式-S(O) $R^{33}$  ( $R^{33}$  は、置換基を有していてもよい炭化水素基または置換基を有していてもよい複素環基を示す) または(10)式-NR $R^{34}R^{35}$  ( $R^{34}$  および  $R^{35}$  はそれぞれ水素原子、置換基を有していてもよい炭化水素基、アシル基または置換基を有していてもよい複素環基を示す) を、 $R^{29}$  は(1)水素原子、(2)シアノ基、(3)置換基を有していてもよい炭化水素基、(4)アシル基または(5)置換基を有していてもよいヒドロキシ基を、 $X'$ は置換基を有していてもよいメチレン基を、 $n'$ は0または1を示す] で表される化合物 (以下、化合物(Ia')と略記する場合がある) もしくはその塩またはそのプロドラッグあるいはそれらの水和物がそれらの特異な化学構造に基づいて、予想外にも優れたエントリー阻害作用を有することを見出した。本発明者らは、これらの知見に基づき、さらに検討を重ねた結果、本発明を完成するに至った。

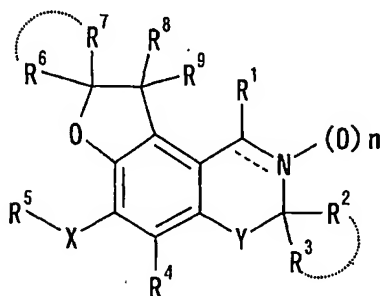
すなわち、本発明は、

- 15 [1] 式



[式中、A、B のいずれか一方は窒素原子、他方は炭素原子を示し、--- は単結合または二重結合を示す] で表わされる部分構造を有する化合物またはその塩を含有してなるエントリー阻害剤、

- 20 [2] 式





〔式中、 $R^1$  は(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基、(3)置換基を有していてもよい複素環基または(4)置換基を有していてもよいアミノ基を、 $R^2$  および  $R^3$  はそれぞれ(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基または(3)アシル基を示し、 $R^2$  と  $R^3$  は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、 $R^4$  は(1)水素原子、(2)シアノ基、(3)置換基を有していてもよい炭化水素基、(4)アシル基または(5)置換基を有していてもよいヒドロキシ基を、 $R^5$  は(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基、(3)アシル基、(4)置換基を有していてもよい複素環基または(5)ハロゲン原子を、 $R^6$  および  $R^7$  はそれぞれ(1)水素原子または(2)置換基を有していてもよい炭化水素基を示し、 $R^6$  と  $R^7$  は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、 $R^8$  および  $R^9$  はそれぞれ(1)水素原子または(2)置換基を有していてもよい炭化水素基を、 $X$  は(1)結合手、(2)酸素原子、(3)酸化されていてもよい硫黄原子または置換基を有していてもよい窒素原子を、 $Y$  は置換基を有していてもよいメチレン基を、 $n$  は0または1を、 $---$  は単結合または二重結合を示す〕  
15 で表される化合物もしくはその塩またはそのプロドラッグを含有してなる前記〔1〕記載の剤、

〔3〕 $R^1$  が以下の(i)～(iii)のいずれかを示す：

- (i) (1)ハロゲン原子、(2) $C_{1-3}$ アルキレンジオキシ基、(3)ニトロ基、(4)シアノ基、(5)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル基、(6)ハロゲン化されていてもよい $C_{2-6}$ アルケニル基、(7)ハロゲン化されていてもよい $C_{2-6}$ アルキニル基、(8) $C_{3-6}$ シクロアルキル基、(9) $C_{6-14}$ アリール基、(10)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ基、(11)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキルチオ基、(12)ヒドロキシ基、(13)アミノ基、(14)モノ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ基、(15)モノ- $C_{6-14}$ アリールアミノ基、(16)ジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ基、(17)ジ- $C_{6-14}$ アリールアミノ基、(18)ホルミル、カルボキシ、カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、 $C_{3-6}$ シクロアルキル-カルボニル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、 $C_{6-14}$ アリール-カルボニル、 $C_{7-16}$ アラルキル-カルボニル、 $C_{6-14}$ アリールオキシ-カルボニル、 $C_{7-16}$ アラルキルオキシ-カルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる1ないし3個のヘテ
- 20  
25

- 口原子を含有する 5 または 6 員複素環カルボニル、モノ-C<sub>1-6</sub> アルキル-カルバモイル、ジ-C<sub>1-6</sub> アルキル-カルバモイル、C<sub>6-14</sub> アリール-カルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環カルバモイル、C<sub>1-6</sub> アルキル-チオカルボニル、C<sub>3-6</sub> シクロ
- 5 アルキル-チオカルボニル、C<sub>1-6</sub> アルコキシ-チオカルボニル、C<sub>6-14</sub> アリール-チオカルボニル、C<sub>7-16</sub> アラルキル-チオカルボニル、C<sub>6-14</sub> アリールオキシ-チオカルボニル、C<sub>7-16</sub> アラルキルオキシ-チオカルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルボニル、チオカルバモイル、モノ-C<sub>1-6</sub> アルキル-チオカルバモイル、ジ-
- 10 -C<sub>1-6</sub> アルキル-チオカルバモイル、C<sub>6-14</sub> アリール-チオカルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルバモイル、モノ-C<sub>1-6</sub> アルキルスルファモイル、ジ-C<sub>1-6</sub> アルキルスルファモイル、C<sub>6-14</sub> アリールスルファモイル、C<sub>1-6</sub> アルキルスルホニル、C<sub>6-14</sub> アリールスルホニル、C<sub>1-6</sub> アルキルスルフィニル、C<sub>6-14</sub> アリールスルフィニル、スルフィノ、スルホ、C<sub>1-6</sub> アルコキシスルフィニル、C<sub>6-14</sub> アリールオキシ
- 15 スルフィニル、C<sub>1-6</sub> アルコキシスルホニルおよび C<sub>6-14</sub> アリールオキシスルホニルから選ばれるアシル基、(19)ホルミルアミノ、C<sub>1-6</sub> アルキル-カルボキサミド、C<sub>6-14</sub> アリール-カルボキサミド、C<sub>1-6</sub> アルコキシ-カルボキサミド、C<sub>1-6</sub> アルキルスルホニルアミノおよび C<sub>6-14</sub> アリールスルホニルアミノから選ばれるアシルアミノ基、
- 20 (20) C<sub>1-6</sub> アルキル-カルボニルオキシ、C<sub>6-14</sub> アリール-カルボニルオキシ、C<sub>1-6</sub> アルコキシ-カルボニルオキシ、モノ-C<sub>1-6</sub> アルキル-カルバモイルオキシ、ジ-C<sub>1-6</sub> アルキル-カルバモイルオキシ、C<sub>6-14</sub> アリール-カルバモイルオキシおよびニコチノイルオキシから選ばれるアシルオキシ基、(21)炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 4 個のヘテロ原子を含有する 4 ないし 14 員複素環
- 25 基、(22)ホスホノ基、(23) C<sub>6-14</sub> アリールオキシ基、(24)ジ-C<sub>1-6</sub> アルコキシ-ホスホリル基、(25) C<sub>6-14</sub> アリールチオ基、(26)ヒドラジノ基、(27)イミノ基、(28)オキシ基、(29)ウレイド基、(30) C<sub>1-6</sub> アルキル-ウレイド基、(31)ジ-C<sub>1-6</sub> アルキル-ウレイド基、(32)オキシド基および(33)前記(1)～(32)の基から選ばれる 2 ないし 3 個が

- 結合してできる基などからなる群（以下、置換基 A 群と略記する）から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個それぞれ有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基、 $C_{2-6}$  アルケニル基、 $C_{2-6}$  アルキニル基、 $C_{3-6}$  シクロアルキル基、 $C_{3-6}$  シクロアルケニル基、 $C_{6-14}$  アリール基または  $C_{7-16}$  アラルキル基、(ii) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個有していてもよい炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれるヘテロ原子を 1 ないし 4 個含む 5 ないし 14 員複素環基、(iii) 以下の (ia) ~ (iiia) から選ばれる 1 または 2 個の置換基を有していてもよいアミノ基：(ia) 水素原子、(iia) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個それぞれ有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基、 $C_{2-6}$  アルケニル基、 $C_{2-6}$  アルキニル基、 $C_{3-6}$  シクロアルキル基、 $C_{3-6}$  シクロアルケニル基、 $C_{6-14}$  アリール基または  $C_{7-16}$  アラルキル基、(iiia) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個有していてもよい、ホルミル、カルボキシ、カルバモイル、 $C_{1-6}$  アルキル-カルボニル、 $C_{3-6}$  シクロアルキル-カルボニル、 $C_{1-6}$  アルコキシ-カルボニル、 $C_{6-14}$  アリール-カルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキル-カルボニル、 $C_{6-14}$  アリールオキシ-カルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキルオキシ-カルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環カルボニル、モノ- $C_{1-6}$  アルキル-カルバモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキル-カルバモイル、 $C_{6-14}$  アリール-カルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環カルバモイル、 $C_{1-6}$  アルキル-チオカルボニル、 $C_{3-6}$  シクロアルキル-チオカルボニル、 $C_{1-6}$  アルコキシ-チオカルボニル、 $C_{6-14}$  アリール-チオカルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキル-チオカルボニル、 $C_{6-14}$  アリールオキシ-チオカルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキルオキシ-チオカルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルボニル、チオカルバモイル、モノ- $C_{1-6}$  アルキル-チオカルバモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキル-チオカルバモイル、 $C_{6-14}$  アリール-チオカルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルバモイル、モノ- $C_{1-6}$  アルキルスルファモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキルスルファモイル、 $C_{6-14}$  アリールスルファモイル、 $C_{1-6}$  アルキルスル

ホニル、 $C_{6-14}$ アリールスルホニル、 $C_{1-6}$ アルキルスルフィニル、 $C_{6-14}$ アリールスルフィニル、スルフィノ、スルホ、 $C_{1-6}$ アルコキシスルフィニル、 $C_{6-14}$ アリールオキシスルフィニル、 $C_{1-6}$ アルコキシスルホニルおよび $C_{6-14}$ アリールオキシスルホニルから選ばれるアシル基；

5  $R^2$  および  $R^3$  がそれぞれ以下の (i) ~ (iii) のいずれかを示す：

(i) 水素原子、(ii) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個それぞれ有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基、 $C_{2-6}$  アルケニル基、 $C_{2-6}$  アルキニル基、 $C_{3-6}$  シクロアルキル基、 $C_{3-6}$  シクロアルケニル基、 $C_{6-14}$  アリール基または  $C_{7-16}$  アラルキル基、(iii) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個有していてもよい、ホル

- 10 ミル、カルボキシ、カルバモイル、 $C_{1-6}$  アルキル-カルボニル、 $C_{3-6}$  シクロアルキル-カルボニル、 $C_{1-6}$  アルコキシ-カルボニル、 $C_{6-14}$  アリール-カルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキル-カルボニル、 $C_{6-14}$  アリールオキシ-カルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキルオキシ-カルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環カルボニル、モノ- $C_{1-6}$  アルキル-カル
- 15 バモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキル-カルバモイル、 $C_{6-14}$  アリール-カルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環カルバモイル、 $C_{1-6}$  アルキル-チオカルボニル、 $C_{3-6}$  シクロアルキル-チオカルボニル、 $C_{1-6}$  アルコキシ-チオカルボニル、 $C_{6-14}$  アリール-チオカルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキル-チオカルボニル、 $C_{6-14}$  アリールオキシ-チオカル
- 20 ボニル、 $C_{7-16}$  アラルキルオキシ-チオカルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルボニル、チオカルバモイル、モノ- $C_{1-6}$  アルキル-チオカルバモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキル-チオカルバモイル、 $C_{6-14}$  アリール-チオカルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ
- 25 原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルバモイル、モノ- $C_{1-6}$  アルキルスルファモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキルスルファモイル、 $C_{6-14}$  アリールスルファモイル、 $C_{1-6}$  アルキルスルホニル、 $C_{6-14}$  アリールスルホニル、 $C_{1-6}$  アルキルスルフィニル、 $C_{6-14}$  アリールスルフィニル、スルフィノ、スルホ、 $C_{1-6}$  アルコキシスルフィニル、 $C_{6-14}$  アリー

- ルオキシスルフィニル、 $C_{1-6}$  アルコキシスルホニルおよび  $C_{6-14}$  アリールオキシスルホニルから選ばれるアシル基； $R^2$  と  $R^3$  は隣接する炭素原子と共に、 $C_{1-6}$  アルキル、 $C_{6-14}$  アリール、 $C_{7-16}$  アラルキル、アミノ、モノ- $C_{1-6}$  アルキルアミノ、モノ- $C_{6-14}$  アリールアミノ、ジ- $C_{1-6}$  アルキルアミノ、ジ- $C_{6-14}$  アリールアミノおよび 4 ないし 10
- 5 員芳香族複素環基から選ばれる置換基を 1 ないし 3 個それぞれ有していてもよい  $C_{3-8}$  シクロアルカンまたは 3 ないし 8 員複素環を形成してもよく；
- $R^4$  が (i) 水素原子、(ii) シアノ基、(iii) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個それぞれ有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基、 $C_{2-6}$  アルケニル基、 $C_{2-6}$  アルキニル基、 $C_{3-6}$  シクロアルキル基、 $C_{3-6}$  シクロアルケニル基、 $C_{6-14}$  アリール基または  $C_{7-16}$
- 10 アラルキル基、(iv) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個有していてもよい、ホルミル、カルボキシ、カルバモイル、 $C_{1-6}$  アルキル-カルボニル、 $C_{3-6}$  シクロアルキル-カルボニル、 $C_{1-6}$  アルコキシ-カルボニル、 $C_{6-14}$  アリール-カルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキル-カルボニル、 $C_{6-14}$  アリールオキシ-カルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキルオキシ-カルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる
- 15 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環カルボニル、モノ- $C_{1-6}$  アルキル-カルバモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキル-カルバモイル、 $C_{6-14}$  アリール-カルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環カルバモイル、 $C_{1-6}$  アルキル-チオカルボニル、 $C_{3-6}$  シクロアルキル-チオカルボニル、 $C_{1-6}$  アルコキシ-チオカルボニル、
- 20  $C_{6-14}$  アリール-チオカルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキル-チオカルボニル、 $C_{6-14}$  アリールオキシ-チオカルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキルオキシ-チオカルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルボニル、チオカルバモイル、モノ- $C_{1-6}$  アルキル-チオカルバモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキル-チオカルバモイル、 $C_{6-14}$  アリール-チオカルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3
- 25 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルバモイル、モノ- $C_{1-6}$  アルキルスルファモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキルスルファモイル、 $C_{6-14}$  アリールスルファモイル、 $C_{1-6}$  アルキルスルホニル、 $C_{6-14}$  アリールスルホニル、 $C_{1-6}$  アルキルスルフィニル、 $C_{6-14}$

- アリールスルフィニル、スルフィノ、スルホ、 $C_{1-6}$ アルコキシスルフィニル、 $C_{6-14}$ アリールオキシスルフィニル、 $C_{1-6}$ アルコキシスルホニルおよび $C_{6-14}$ アリールオキシスルホニルから選ばれるアシル基、または(v)式-OR<sup>4</sup> (R<sup>4</sup>は①水素原子、②前記置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個それぞれ有していてもよい $C_{1-6}$ アルキル基、 $C_{2-6}$ アルケニル基、 $C_{2-6}$ アルキニル基、 $C_{3-6}$ シクロアルキル基、 $C_{3-6}$ シクロアルケニル基、 $C_{6-14}$ アリール基または $C_{7-16}$ アラルキル基、または③前記置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個有していてもよい、ホルミル、カルボキシ、カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、 $C_{3-6}$ シクロアルキル-カルボニル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、 $C_{6-14}$ アリール-カルボニル、 $C_{7-16}$ アラルキル-カルボニル、 $C_{6-14}$ アリールオキシ-カルボニル、 $C_{7-16}$ アラルキルオキシ-カルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環カルボニル、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、ジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、 $C_{6-14}$ アリール-カルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-チオカルボニル、 $C_{3-6}$ シクロアルキル-チオカルボニル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-チオカルボニル、 $C_{6-14}$ アリール-チオカルボニル、 $C_{7-16}$ アラルキル-チオカルボニル、 $C_{6-14}$ アリールオキシ-チオカルボニル、 $C_{7-16}$ アラルキルオキシ-チオカルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環チオカルボニル、チオカルバモイル、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-チオカルバモイル、ジ- $C_{1-6}$ アルキル-チオカルバモイル、 $C_{6-14}$ アリール-チオカルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環チオカルバモイル、モノ- $C_{1-6}$ アルキルスルファモイル、ジ- $C_{1-6}$ アルキルスルファモイル、 $C_{6-14}$ アリールスルファモイル、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニル、 $C_{6-14}$ アリールスルホニル、 $C_{1-6}$ アルキルスルフィニル、 $C_{6-14}$ アリールスルフィニル、スルフィノ、スルホ、 $C_{1-6}$ アルコキシスルフィニル、 $C_{6-14}$ アリールオキシスルフィニル、 $C_{1-6}$ アルコキシスルホニルおよび $C_{6-14}$ アリールオキシスルホニルから選ばれるアシル基を示す)で表される基を；

R<sup>5</sup>が以下の(i)～(v)のいずれかを示す：

- (i) 水素原子、(ii) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個それぞれ有していてもよい C<sub>1-6</sub> アルキル基、C<sub>2-6</sub> アルケニル基、C<sub>2-6</sub> アルキニル基、C<sub>3-6</sub> シクロアルキル基、C<sub>3-6</sub> シクロアルケニル基、C<sub>6-14</sub> アリール基または C<sub>7-16</sub> アラルキル基、
- 5 (iii) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個有していてもよい、ホルミル、カルボキシ、カルバモイル、C<sub>1-6</sub> アルキル-カルボニル、C<sub>3-6</sub> シクロアルキル-カルボニル、C<sub>1-6</sub> アルコキシ-カルボニル、C<sub>6-14</sub> アリール-カルボニル、C<sub>7-16</sub> アラルキル-カルボニル、C<sub>6-14</sub> アリールオキシ-カルボニル、C<sub>7-16</sub> アラルキルオキシ-カルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個
- 10 のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環カルボニル、モノ-C<sub>1-6</sub> アルキル-カルバモイル、ジ-C<sub>1-6</sub> アルキル-カルバモイル、C<sub>6-14</sub> アリール-カルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環カルバモイル、C<sub>1-6</sub> アルキル-チオカルボニル、C<sub>3-6</sub> シクロアルキル-チオカルボニル、C<sub>1-6</sub> アルコキシ-チオカルボニル、C<sub>6-14</sub> アリール-
- 15 チオカルボニル、C<sub>7-16</sub> アラルキル-チオカルボニル、C<sub>6-14</sub> アリールオキシ-チオカルボニル、C<sub>7-16</sub> アラルキルオキシ-チオカルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルボニル、チオカルバモイル、モノ-C<sub>1-6</sub> アルキル-チオカルバモイル、ジ-C<sub>1-6</sub> アルキル-チオカルバモイル、C<sub>6-14</sub> アリール-チオカルバモイル、炭素
- 20 原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルバモイル、モノ-C<sub>1-6</sub> アルキルスルファモイル、ジ-C<sub>1-6</sub> アルキルスルファモイル、C<sub>6-14</sub> アリールスルファモイル、C<sub>1-6</sub> アルキルスルホニル、C<sub>6-14</sub> アリールスルホニル、C<sub>1-6</sub> アルキルスルフィニル、C<sub>6-14</sub> アリールスルフィニル、スルフィノ、スルホ、C<sub>1-6</sub> アルコキシスルフィニル、C<sub>6-14</sub> アリールオキシスルフィニル、C<sub>1-6</sub> アルコキシスルホニルおよび C<sub>6-14</sub> アリールオキシスルホニルから選ばれるアシル基、(iv) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個有していてもよい炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれるヘテロ原子を 1 ないし 4 個含む 5 ないし 14 員複素環、(v) ハロゲン原子；

$R^6$  および  $R^7$  がそれぞれ (i) 水素原子または (ii) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個それぞれ有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基、 $C_{2-6}$  アルケニル基、 $C_{2-6}$  アルキニル基、 $C_{3-6}$  シクロアルキル基、 $C_{3-6}$  シクロアルケニル基、 $C_{6-14}$  アリール基または  $C_{7-16}$  アラルキル基を示し、 $R^6$  と  $R^7$  は隣接する炭素原子と共に、 $C_{1-6}$  アルキル、  
 5  $C_{6-14}$  アリール、 $C_{7-16}$  アラルキル、アミノ、モノ- $C_{1-6}$  アルキルアミノ、モノ- $C_{6-14}$  アリールアミノ、ジ- $C_{1-6}$  アルキルアミノ、ジ- $C_{6-14}$  アリールアミノおよび 4 ないし 10 員芳香族複素環基から選ばれる置換基を 1 ないし 3 個それぞれ有していてもよい  $C_{3-8}$  シクロアルカンまたは 3 ないし 8 員複素環を形成してもよく；

$R^8$  および  $R^9$  がそれぞれ (i) 水素原子または (ii) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個それぞれ有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基、 $C_{2-6}$  アルケニル基、 $C_{2-6}$  アルキニル基、 $C_{3-6}$  シクロアルキル基、 $C_{3-6}$  シクロアルケニル基、 $C_{6-14}$  アリール基または  $C_{7-16}$  アラルキル基を；  
 10

X が (i) 結合手、(ii) 酸素原子、(iii) 酸化されていてもよい硫黄原子、(iv) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個それぞれ有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基、 $C_{2-6}$  アルケニル基、 $C_{2-6}$  アルキニル基、 $C_{3-6}$  シクロアルキル基、 $C_{3-6}$  シクロアルケニル基、 $C_{6-14}$  アリール基または  $C_{7-16}$  アラルキル基を有していてもよい窒素原子、  
 15 (v) 前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個有していてもよい、ホルミル、カルボキシ、カルバモイル、 $C_{1-6}$  アルキル-カルボニル、 $C_{3-6}$  シクロアルキル-カルボニル、 $C_{1-6}$  アルコキシ-カルボニル、 $C_{6-14}$  アリール-カルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキル-カルボニル、 $C_{6-14}$  アリールオキシ-カルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキルオキシ-カルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環カルボニル、モノ- $C_{1-6}$  アルキル-カルバモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキル-カルバモイル、 $C_{6-14}$  アリール-カルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子  
 20 を含有する 5 または 6 員複素環カルバモイル、 $C_{1-6}$  アルキル-チオカルボニル、 $C_{3-6}$  シクロアルキル-チオカルボニル、 $C_{1-6}$  アルコキシ-チオカルボニル、 $C_{6-14}$  アリール-チオカルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキル-チオカルボニル、 $C_{6-14}$  アリールオキシ-チオカルボニル、 $C_{7-16}$  アラルキルオキシ-チオカルボニル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄

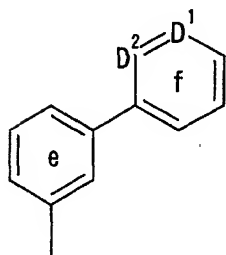


- 原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルボニル、チオカルバモイル、モノ- $C_{1-6}$  アルキル-チオカルバモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキル-チオカルバモイル、 $C_{6-14}$  アリール-チオカルバモイル、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ
- 5 原子を含有する 5 または 6 員複素環チオカルバモイル、モノ- $C_{1-6}$  アルキルスルファモイル、ジ- $C_{1-6}$  アルキルスルファモイル、 $C_{6-14}$  アリールスルファモイル、 $C_{1-6}$  アルキルスルホニル、 $C_{6-14}$  アリールスルホニル、 $C_{1-6}$  アルキルスルフィニル、 $C_{6-14}$  アリールスルフィニル、スルフィノ、スルホ、 $C_{1-6}$  アルコキシスルフィニル、 $C_{6-14}$  アリールオキシスルフィニル、 $C_{1-6}$  アルコキシスルホニルおよび  $C_{6-14}$  アリールオキシスル
- 10 ホニルから選ばれるアシル基を有する窒素原子、または(vi)前記置換基 A 群から選ばれる置換基を 1 ないし 5 個有していてもよい炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれるヘテロ原子を 1 ないし 4 個含む 5 ないし 14 員複素環基を有する窒素原子を；

Y が前記置換基 A 群から選ばれる置換基を有していてもよいメチレン基を；

- 15 n が 0 または 1 を示す前記〔2〕記載の剤、

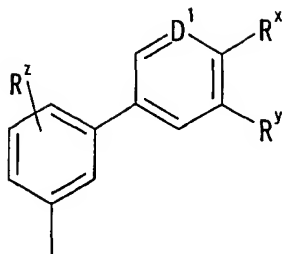
〔4〕 $R^1$  が式



〔式中、環 e および環 f は置換基を有していてもよく、 $D^1$  および  $D^2$  は、ともにメチンまたは一方がメチン、他方が窒素原子を示す〕で表される基である前記〔2〕記

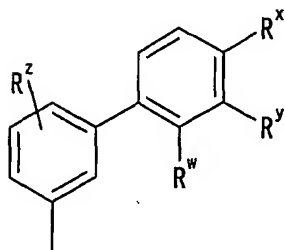
- 20 載の剤、

〔5〕 $R^1$  が式



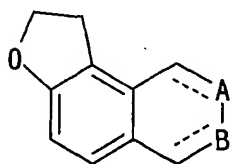
- 〔式中、 $D^1$  はメチンまたは窒素原子を、 $R^x$  は(1)アミノ基、(2)式- $NHCO R^x$  ( $R^x$ は、(1')水素原子、(2') $C_{7-16}$  アラルキル基または(3')モノ  $C_{1-6}$  アシルアミノで置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基を示す)または(3)式- $CO R^x$  ( $R^x$ は、(1') $C_{1-6}$  アルコキシ基、(2')ヒドロキシ基または(3') $C_{1-6}$  アルキルで置換されていてもよいアミノ基を示す)を、 $R^y$  は(1)水素原子、(2)ハロゲン原子または(3) $C_{1-6}$  アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基を、 $R^z$  は(1)水素原子、(2)ヒドロキシ基、(3)アミノ基、(4) $C_{1-6}$  アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルコキシ基を示す〕で表される基、 $R^2$  が水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基、 $R^3$  が水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基、 $R^4$  が水素原子、 $R^5$  が(1)水素原子、(2) $C_{1-6}$  アルキル基、(3) $C_{6-14}$  アリール基または(4)ハロゲン化されていてもよい  $C_{1-6}$  アルキルスルホニル基、 $R^6$  が水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基、 $R^7$  が水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基、 $R^8$  が水素原子、 $R^9$  が水素原子、 $X$  が(1)結合手、(2)酸素原子または(3)硫黄原子、 $Y$  がメチレン基、 $-C(CH_3)_2-$ 、 $-CH(OCH_3)-$ 、 $-CH(OH)-$ またはカルボニル基、 $n$  が0または1である前記〔2〕記載の剤、

〔6〕  $R^1$  が式



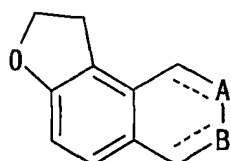
- 〔式中  $R^v$  は水素原子または  $C_{1-6}$  アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基を、 $R^x$  は(1)アミノ基、(2)式- $NHCO R^x$  ( $R^x$  は、(1')水素原子、(2') $C_{7-16}$  アラルキル、(3')モノ  $C_{1-6}$  アシルアミノで置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基を示す)、

- (3)モノ  $C_{1-6}$  アルキルカルバモイル基、(4)ヒドロキシ基または(5) (1') カルボキシ、(2')  $C_{1-6}$  アルコキシカルボニルまたは(3') モノ  $C_{1-6}$  アルキルカルバモイルで置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルコキシ基を、 $R^y$  は(1)水素原子、(2)ハロゲン原子または(3)  $C_{1-6}$  アルコキシカルボニル基を、 $R^z$  は(1)水素原子、(2)ヒドロキシ基、(3)アミノ基、(4)  $C_{1-6}$  アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルコキシ基、(5)シアノ基、(6)  $C_{1-6}$  アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基または(7)カルバモイル基を示す] で表される基、 $R^2$  が水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基、 $R^3$  が水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基、 $R^4$  が(1)水素原子または(2) (1') シアノ、(2') カルボキシ、または(3')  $C_{1-6}$  アルコキシカルボニルで置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基、 $R^5$  が(1)水素原子、(2)  $C_{1-6}$  アルキル基または(3)  $C_{6-14}$  アリール基、 $R^6$  が(1)水素原子または(2)  $C_{1-6}$  アルキル基、 $R^7$  が(1)水素原子または(2)  $C_{1-6}$  アルキル基、 $R^8$  が水素原子、 $R^9$  が水素原子、X が結合手、酸素原子または硫黄原子、Y がメチレン基、 $-C(CH_3)_2-$ 、 $-CH(OCH_3)-$ 、 $-CH(OH)-$  またはカルボニル基、n が0または1である前記〔2〕記載の剤、
- 15 [7] HIV 感染症の予防・治療剤である前記〔1〕記載の剤、  
 [8] AIDS の予防・治療剤である前記〔1〕記載の剤、  
 [9] 哺乳動物に対して式



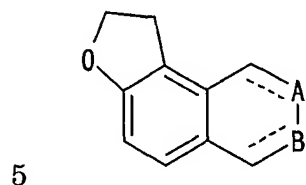
- [式中、A、B のいずれか一方は窒素原子、他方は炭素原子を示し、--- は単結合または二重結合を示す] で表わされる部分構造を有する化合物またはその塩の有効量を投与することを特徴とする HIV 感染症の予防・治療方法、

[10] 哺乳動物に対して式



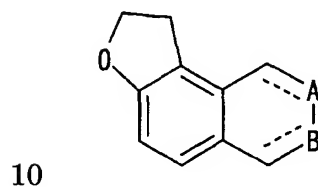
〔式中、A、B のいずれか一方は窒素原子、他方は炭素原子を示し、--- は単結合または二重結合を示す〕で表わされる部分構造を有する化合物またはその塩の有効量を投与することを特徴とする AIDS の予防・治療方法、

〔1 1〕 HIV 感染症の予防・治療剤を製造するための式



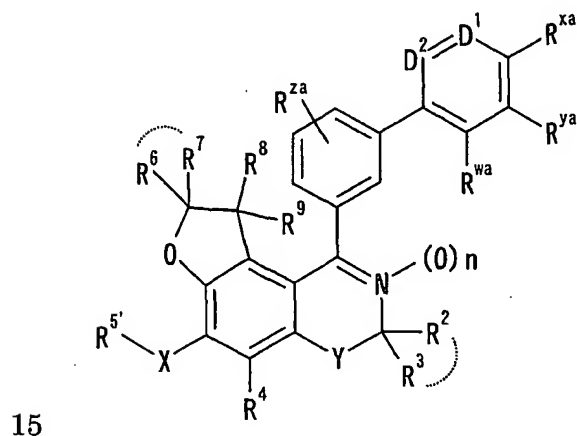
〔式中、A、B のいずれか一方は窒素原子、他方は炭素原子を示し、--- は単結合または二重結合を示す〕で表わされる部分構造を有する化合物またはその塩の使用、

〔1 2〕 AIDS の予防・治療剤を製造するための式



〔式中、A、B のいずれか一方は窒素原子、他方は炭素原子を示し、--- は単結合または二重結合を示す〕で表わされる部分構造を有する化合物またはその塩の使用、

〔1 3〕 式

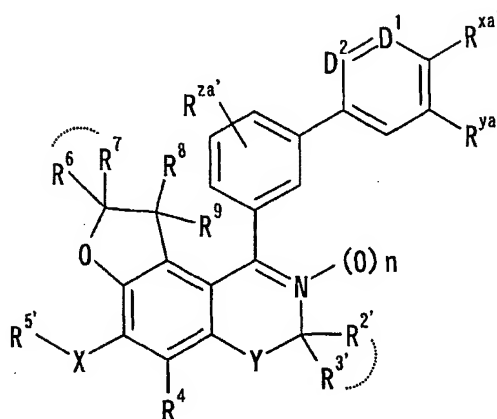


〔式中、D<sup>1</sup> および D<sup>2</sup> は、ともにメチンまたは一方がメチン、他方が窒素原子を、R<sup>2</sup>

- および  $R^3$  はそれぞれ水素原子、置換基を有していてもよい炭化水素基またはアシル基を示し、 $R^2$  と  $R^3$  は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、 $R^4$  は水素原子、シアノ基、置換基を有していてもよい炭化水素基、アシル基または置換基を有していてもよいヒドロキシ基を、 $R^{5'}$  は置換基を有していてもよい  $C_{1-3}$  アルキル基、置換基を有していてもよい  $C_{6-14}$  アリール基、置換基を有していてもよい複素環基またはハロゲン原子を、 $R^6$  および  $R^7$  はそれぞれ水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基を示し、 $R^6$  と  $R^7$  は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、 $R^8$  および  $R^9$  はそれぞれ水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基を、 $X$  は結合手、酸素原子、酸化されていてもよい硫黄原子または置換基を有していてもよい窒素原子を、 $Y$  は置換基を有していてもよいメチレン基を、 $R^{xa}$  は水素原子または  $C_{1-6}$  アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基を、 $R^{xa}$  は (1) アミノ基、(2) 式-NHCO $R^{xa'}$  (  $R^{xa'}$  は鎖状  $C_{1-6}$  アルキル基または  $C_{7-16}$  アラルキル基を示す )、(3) ヒドロキシ基、(4) (1') カルボキシ、(2')  $C_{1-6}$  アルコキシカルボニルまたは(3')
- 15 モノ  $C_{1-6}$  アルキルカルバモイルで置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルコキシまたは(5) モノ  $C_{1-6}$  アルキルカルバモイル基を、 $R^{ya}$  は水素原子またはハロゲン原子を、 $R^{za}$  は (1) 水素原子、(2) ヒドロキシ基、(3) アミノ基、(4)  $C_{1-6}$  アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルコキシ基、(5) シアノ基、(6) カルボキシ基、(7)  $C_{1-6}$  アルコキシカルボニル基または(8) カルバモイル基を、 $n$  は0または
- 20 は1を示す(但し、3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミン、N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド、N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]プロパンアミド、N-メチル-3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-カルボキサミド、3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-4,4,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミンおよび
- 25

N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-4,4,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミドを除く) ] で表される化合物またはその塩、

[14] 式



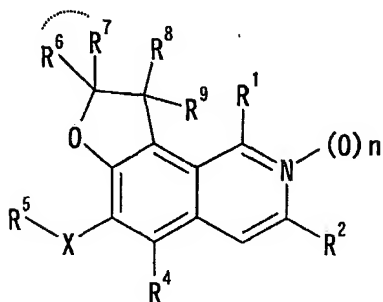
5

- [式中、D<sup>1</sup> および D<sup>2</sup> は、ともにメチンまたは一方がメチン、他方が窒素原子を、R<sup>2'</sup> および R<sup>3'</sup> はそれぞれ置換基を有していてもよい炭化水素基またはアシル基を示し、R<sup>2'</sup> と R<sup>3'</sup> は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、R<sup>4</sup> は水素原子、シアノ基、置換基を有していてもよい炭化水素基、アシル基または置換基を有していてもよいヒドロキシ基を、R<sup>5'</sup> は置換基を有していてもよいC<sub>1-3</sub> アルキル基、置換基を有していてもよいC<sub>6-14</sub> アリール基、置換基を有していてもよい複素環基またはハロゲン原子を、R<sup>6</sup> および R<sup>7</sup> はそれぞれ水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基を示し、R<sup>6</sup> と R<sup>7</sup> は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、R<sup>8</sup> および R<sup>9</sup> はそれぞれ水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基を、X は結合手、酸素原子、酸化されていてもよい硫黄原子または置換基を有していてもよい窒素原子を、Y は置換基を有していてもよいメチレン基を、R<sup>xa'</sup> はアミノ基または式-NH-COR<sup>xa'</sup> (R<sup>xa'</sup> は鎖状C<sub>1-6</sub> アルキル基またはC<sub>7-16</sub> アラルキル基を示す) を、R<sup>ya</sup> は水素原子またはハロゲン原子を、R<sup>za'</sup> は水素原子、ヒドロキシ基、アミノ基、C<sub>1-6</sub> アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよいC<sub>1-6</sub> アルコキシ基を、n は0または1を示す(但し、3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラ
- 10
- 15
- 20

- メチルフロ [2, 3-h] イソキノリン-1-イル) [1, 1'-ビフェニル]-4-アミン、  
 N-[3'-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ [2, 3-h] イ  
 ソキノリン-1-イル) [1, 1'-ビフェニル]-4-イル] アセトアミドおよび  
 5 N-[3'-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ [2, 3-h] イ  
 ソキノリン-1-イル) [1, 1'-ビフェニル]-4-イル] プロパンアミドを除く) ] で表さ  
 れる化合物またはその塩、

- [ 1 5 ]  $D^1$  および  $D^2$  がともにメチン、 $R^2$  および  $R^3$  はそれぞれ水素原子または  $C_{1-6}$   
 アルキル基、 $R^4$  が (1) 水素原子、(2) シアノ、(3) カルボキシまたは (4)  $C_{1-6}$  アルコキ  
 シカルボニルで置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基、 $R^{5'}$  が (1)  $C_{1-3}$  アルキル基ま  
 10 たは (2)  $C_{6-14}$  アリール、 $R^6$  および  $R^7$  がそれぞれ水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基、 $R^8$   
 および  $R^9$  がそれぞれ水素原子、 $X$  が結合手、酸素原子または硫黄原子、 $Y$  がメチレ  
 ン基、 $-C(CH_3)_2-$ 、 $-CH(OCH_3)-$ 、 $-CH(OH)-$  またはカルボニル基である前記 [ 1 3 ] 記  
 載の化合物、

[ 1 6 ] 式



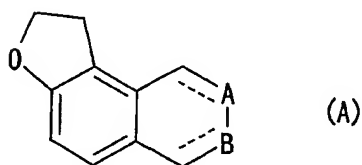
15

- [ 式中、 $R^1$  は (1) 水素原子、(2) 置換基を有していてもよい炭化水素基、(3) 置換基  
 を有していてもよい複素環基または (4) 置換基を有していてもよいアミノ基を、 $R^2$   
 は (1) 水素原子、(2) 置換基を有していてもよい炭化水素基または (3) アシル基を、  
 $R^4$  は (1) 水素原子、(2) シアノ基、(3) 置換基を有していてもよい炭化水素基、(4)  
 アシル基または (5) 置換基を有していてもよいヒドロキシ基を、 $R^5$  は (1) 水素原子、  
 20 (2) 置換基を有していてもよい炭化水素基、(3) アシル基、(4) 置換基を有して  
 もよい複素環基または (5) ハロゲン原子を、 $R^6$  および  $R^7$  はそれぞれ水素原子または  
 置換基を有していてもよい炭化水素基を示し、 $R^6$  と  $R^7$  は隣接する炭素原子と共に置

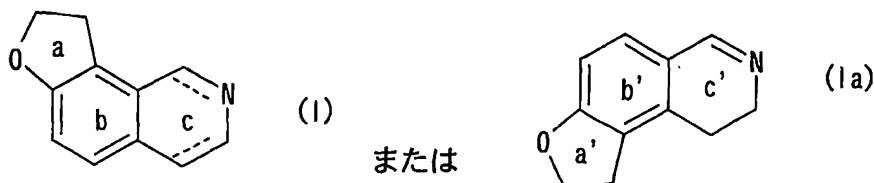
換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、 $R^8$ および $R^9$ はそれぞれ水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基を、 $X$ は(1)結合手、(2)酸素原子、(3)酸化されていてもよい硫黄原子または(4)置換基を有していてもよい窒素原子を、 $n$ は0または1を示す]で表される化合物またはその塩、

- 5 [17]  $R^1$ が(1)ハロゲン、(2)アミノ、(3) $C_{1-6}$ アシルアミノ、(4)(1')アミノまたは(2') $C_{1-6}$ アシルアミノで置換されていてもよいフェニルおよび(5)ジ- $C_{1-6}$ アルキルホスホノ- $C_{1-6}$ アルキルで置換されていてもよいベンズアミドから選ばれる置換基を有していてもよいフェニル基、 $R^2$ が、(1)水素原子、(2)(1')ヒドロキシ基、(2')ハロゲン原子、(3')アミノ、(4') $C_{1-6}$ アルコキシカルボニルアミノ、(5')ジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノおよび(6')フタルイミドから選ばれる置換基を有していてもよい $C_{1-6}$ アルキル、(3)カルボキシ、(4) $C_{1-6}$ アルコキシカルボニル、(5)カルバモイル、(6)ジ- $C_{1-6}$ アルキルカルバモイルまたは(7)ピリジルカルバモイル、 $R^4$ が水素原子、 $R^5$ が $C_{1-6}$ アルキル、 $R^6$ および $R^7$ が $C_{1-6}$ アルキル、 $R^8$ および $R^9$ が水素原子、 $X$ が酸素原子、 $n$ が0である前記[16]記載の化合物、
- 10 [18] 前記[16]記載の化合物またはその塩もしくはそのプロドラッグを含有してなる医薬等に関する。

本発明の剤は、式



- [式中、A、Bのいずれか一方は窒素原子、他方は炭素原子を示し、    は単結合または二重結合を示す]で表される部分構造を有する化合物もしくはその塩またはそのプロドラッグを含有してなる。具体的には、式
- 20





〔式中、a 環、b 環、c 環、a' 環、b' 環および c' 環はそれぞれ置換基を有していてもよく、--- は単結合または二重結合を示す〕で表される化合物（以下、化合物(I)または化合物(Ia)と略記する場合がある）もしくはそのプロドラッグまたはその塩を含有してなる。

- 5 上記式中、a 環、b 環、c 環、a' 環、b' 環および c' 環は、置換可能な位置に置換可能な数の置換基を有していてもよい。

- a 環、b 環、c 環、a' 環、b' 環および c' 環の置換基としては、それぞれ(1)置換基を有していてもよい炭化水素基、(2)置換基を有していてもよい複素環基、(3)置換基を有していてもよいアミノ基、(4)アシル基、(5)置換基を有していてもよいヒドロキシ基、(6)置換基を有していてもよいメルカプト基、(7)ハロゲン原子（例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素）、(8)低級アルキレンジオキシ基（例えば、メチレンジオキシ、エチレンジオキシなどのC<sub>1-3</sub>アルキレンジオキシ基など）、(9)ニトロ基、(10)シアノ基、(11)置換基を有していてもよいイミノ基、(12)オキソ基、(13)置換基を有していてもよいウレイド基、(14)アジド基、(15)置換基を有していてもよいアミジノ基、(16)置換基を有していてもよいグアニジノ基、(17)置換基を有していてもよいヒドラジノ基、(18)オキシド基などが用いられる。

- a 環、b 環、c 環、a' 環、b' 環および c' 環の置換基として用いられる「置換基を有していてもよい炭化水素基」の炭化水素基としては、例えば、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、シクロアルキル基、アリール基、アラルキル基などの鎖状または環状炭化水素基が用いられ、なかでも炭素数 1 ないし 16 個の鎖状（直鎖状あるいは分枝状）または環状炭化水素基（例、芳香族炭化水素基、脂肪族環状炭化水素基）などが好ましい。具体的には、以下のものが用いられる。

- 25 (1)鎖状炭化水素基：

a)アルキル基〔好ましくは、低級アルキル基（例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ペンチル、ヘキシルなどのC<sub>1-6</sub>アルキル基など）〕、

b) アルケニル基 [好ましくは、低級アルケニル基 (例えば、ビニル、アリル、イソプロペニル、2-ブテニル、2-メチル-2-プロペニル、4-ペンテニル、5-ヘキセニルなどの $C_{2-6}$ アルケニル基など) ]、

c) アルキニル基 [好ましくは、低級アルキニル基 (例えば、プロパルギル、エチニル、2-ブチニル、2-ヘキシニルなどの $C_{2-6}$ アルキニル基など) ]

(2) 脂肪族環状炭化水素基：

a) シクロアルキル基 [好ましくは、低級シクロアルキル基 (例えば、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどの $C_{3-6}$ シクロアルキル基) であり、ベンゼン環と縮合していてもよい]、

10 b) シクロアルケニル基 [好ましくは、低級シクロアルケニル基 (例えば、1-シクロプロペニル、1-シクロブテニル、1-シクロペンテニル、1-シクロヘキセニルなどの $C_{3-6}$ シクロアルケニル基) であり、ベンゼン環と縮合していてもよい]

(3) 芳香族炭化水素基：

アリール基 (例えば、フェニル、1-ナフチル、2-ナフチル、1-アントリル、2-アントリル、9-アントリル、1-フェナントリル、2-フェナントリル、3-フェナントリル、4-フェナントリルまたは9-フェナントリルなどの $C_{6-14}$ アリール基など、好ましくはフェニル基)

(4) アラルキル基：

低級アラルキル基 (例えば、ベンジル、フェネチル、ジフェニルメチル、1-ナフチルメチル、2-ナフチルメチル、2-フェネチル、2,2-ジフェニルエチル、1-フェニルプロピル、2-フェニルプロピル、3-フェニルプロピル、4-フェニルブチル、5-フェニルペンチルなどの $C_{7-16}$ アラルキル基など、好ましくはベンジル基)。

これら炭化水素基の置換基としては、例えば、(1)ハロゲン原子 (例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素)、(2)低級アルキレンジオキシ基 (例えば、メチレンジオキシ、エチレンジオキシなどの $C_{1-3}$ アルキレンジオキシ基など)、(3)ニトロ基、(4)シアノ基、(5)ハロゲン化されていてもよい低級アルキル基、(6)ハロゲン化されていてもよい低級アルケニル基、(7)ハロゲン化されていてもよい低級アルキニル基、(8)低級シクロアルキル基 (例えば、シクロプロピル、シクロ

- ブチル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどの $C_{3-6}$ シクロアルキル基など)、
- (9) $C_{6-14}$ アリール基(例、フェニル、2-ナフチルなど)、(10)ハロゲン化されて
- いてもよい低級アルコキシ基、(11)ハロゲン化されていてもよい低級アルキル
- チオ基、(12)ヒドロキシ基、(13)アミノ基、(14)モノ-低級アルキルアミノ基(例、
- 5 メチルアミノ、エチルアミノ、プロピルアミノ、イソプロピルアミノ、ブチル
- アミノなどのモノ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ基など)、(15)モノ- $C_{6-14}$ アリールアミノ
- 基(例、フェニルアミノ、2-ナフチルアミノなど)、(16)ジ-低級アルキルアミ
- ノ基(例、ジメチルアミノ、ジエチルアミノ、ジプロピルアミノ、ジブチルア
- ミノ、エチルメチルアミノなどのジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ基など)、(17)ジ- $C_{6-14}$
- 10 アリールアミノ基(例、ジフェニルアミノ、ジ(2-ナフチル)アミノなど)、
- (18)アシル基、(19)アシルアミノ基、(20)アシルオキシ基、(21)4ないし14
- 員複素環基(好ましくは4ないし10員、より好ましくは4ないし7員複素環、
- 特に好ましくは5または6員複素環基)(例、4-ピリジル、2-チエニル、2-フ
- リル、2-チアゾリル、3-インドリル、モルホリノ、1-ピペラジニル、ピペリジ
- 15 ノ、1-ピロリジニル、2-イソインドリニルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫
- 黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし4個のヘテロ原子を含有する4ない
- し14員、好ましくは4ないし7員、より好ましくは5または6員複素環基な
- ど)、(22)ホスホノ基、(23) $C_{6-14}$ アリールオキシ基(例、フェノキシ)、(24)ジ
- $C_{1-6}$ アルコキシ-ホスホリル基(例、ジメトキシホスホリル、ジエトキシホスホリ
- 20 ル)、(25) $C_{6-14}$ アリールチオ基(例、フェニルチオ)、(26)ヒドラジノ基、(27)
- イミノ基、(28)オキソ基、(29)ウレイド基、(30) $C_{1-6}$ アルキル-ウレイド基(例、
- メチルウレイド、エチルウレイドなど)、(31)ジ- $C_{1-6}$ アルキル-ウレイド基(例、
- ジメチルウレイド、ジエチルウレイドなど)、(32)オキシド基、(33)前記(1)~
- (32)の基から選ばれる2ないし3個が結合してできる基などからなる群(置換
- 25 基A群)から選ばれる1ないし5個、好ましくは1ないし3個が用いられる。但
- し、オキソ基が炭化水素基と結合して、「置換基を有していてもよい炭化水素
- 基」がアシル基を形成する場合を除く。

前記置換基A群中の「ハロゲン化されていてもよい低級アルキル基」としては、

例えば、1ないし3個のハロゲン原子（例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素）を有していてもよい低級アルキル基（例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ペンチル、ヘキシルなどの $C_{1-6}$ アルキル基など）などが用いられ、具体例としては、メチル、クロロメチル、ジフルオロメチル、トリクロロメチル、トリフルオロメチル、エチル、2-ブロモエチル、2,2,2-トリフルオロエチル、プロピル、3,3,3-トリフルオロプロピル、イソプロピル、ブチル、4,4,4-トリフルオロブチル、イソブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ペンチル、イソペンチル、ネオペンチル、5,5,5-トリフルオロペンチル、ヘキシル、6,6,6-トリフルオロヘキシルなどが挙げられる。

前記置換基A群中の「ハロゲン化されていてもよい低級アルケニル基」としては、例えば、1ないし3個のハロゲン原子（例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素）を有していてもよい低級アルケニル基（例えば、ビニル、アリル、イソプロペニル、2-ブテニル、2-メチル-2-プロペニル、4-ペンテニル、5-ヘキセニルなどの $C_{2-6}$ アルケニル基）などが用いられる。

前記置換基A群中の「ハロゲン化されていてもよい低級アルキニル基」としては、例えば、1ないし3個のハロゲン原子（例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素）を有していてもよい低級アルキニル基（例えば、プロパルギル、エチニル、2-ブチニル、2-ヘキシニルなどの $C_{2-6}$ アルキニル基など）などが用いられる。

前記置換基A群中の「ハロゲン化されていてもよい低級アルコキシ基」としては、例えば、1ないし3個のハロゲン原子（例、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素）を有していてもよい低級アルコキシ基（例えば、メトキシ、エトキシ、プロポキシ、イソプロポキシ、ブトキシ、イソブトキシ、sec-ブトキシ、tert-ブトキシ、ペンチルオキシ、イソペンチルオキシ、ネオペンチルオキシなどの $C_{1-6}$ アルコキシ基など）などが用いられ、具体例としては、メトキシ、エトキシ、プロポキシ、イソプロポキシ、ブトキシ、イソブトキシ、sec-ブトキシ、tert-ブトキシ、トリクロロメトキシ、3,3,3-トリフルオロプロポキシ、4,4,4-トリフルオロブトキシ、5,5,5-トリフルオロペンチルオキシ、6,6,6-トリフルオロヘキ

シルオキシなどが用いられる。

- 前記置換基A群中の「ハロゲン化されていてもよい低級アルキルチオ基」としては、例えば、1ないし3個のハロゲン原子（例、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素）を有していてもよい $C_{1-6}$ アルキルチオ基（例えば、メチルチオ、エチルチオ、
- 5 プロピルチオ、イソプロピルチオ、ブチルチオ、イソブチルチオ、sec-ブチルチオ、tert-ブチルチオなどの $C_{1-6}$ アルキルチオ基）などが用いられ、具体例としては、メチルチオ、ジフルオロメチルチオ、トリフルオロメチルチオ、エチルチオ、プロピルチオ、イソプロピルチオ、ブチルチオ、4,4,4-トリフルオロブチルチオ、ペンチルチオ、ヘキシルチオなどが挙げられる。
- 10 前記置換基A群中の「アシル基」としては、例えば、ホルミル、カルボキシ、カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル（例、アセチル、プロピオニルなど）、 $C_{3-6}$ シクロアルキル-カルボニル（例、シクロペンチルカルボニル、シクロヘキシルカルボニルなど）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル（例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニル、イソプロポキシカルボニル、tert-ブトキシカルボニルなど）、
- 15  $C_{6-14}$ アリール-カルボニル（例、ベンゾイル、2-ナフトイルなど）、 $C_{7-16}$ アラルキル-カルボニル（例、フェニルアセチル、3-フェニルプロピオニルなど）、 $C_{6-14}$ アリールオキシ-カルボニル（例、フェノキシカルボニル、2-ナフチルオキシカルボニルなど）、 $C_{7-16}$ アラルキルオキシ-カルボニル（例、ベンジルオキシカルボニル、2-ナフチルメチルオキシカルボニルなど）、5または6員複素環カルボニル（例、1-ピロリジニルカルボニル、4-ピペリジルカルボニル、1-ピペラ
- 20 ジニルカルボニル、2-モルホリニルカルボニル、4-ピリジルカルボニル、3-チエニルカルボニル、2-フリルカルボニル、2-チアゾリルカルボニルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環カルボニルなど）、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル（例、メチルカルバモイル、エチルカルバモイルなど）、ジ- $C_{1-6}$ アル
- 25 キル-カルバモイル（例、ジメチルカルバモイル、ジエチルカルバモイルなど）、 $C_{6-14}$ アリール-カルバモイル（例、フェニルカルバモイル、2-ナフチルカルバモイルなど）、5または6員複素環カルバモイル（例、1-ピロリジニルカルバモ

- イル、4-ピペリジルカルバモイル、1-ピペラジニルカルバモイル、2-モルホリ  
ニルカルバモイル、4-ピリジルカルバモイル、3-チエニルカルバモイル、2-フ  
リルカルバモイル、2-チアゾリルカルバモイルなどの炭素原子以外に窒素原子、  
硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5ま  
5 たは6員複素環カルバモイルなど)、 $C_{1-6}$ アルキル-チオカルボニル(例、メチル  
チオカルボニルなど)、 $C_{3-6}$ シクロアルキル-チオカルボニル(例、シクロペンチ  
ルチオカルボニル、シクロヘキシルチオカルボニルなど)、 $C_{1-6}$ アルコキシ-チオ  
カルボニル(例、メトキシチオカルボニル、エトキシチオカルボニル、プロポ  
キシチオカルボニル、ブトキシチオカルボニルなど)、 $C_{6-14}$ アリール-チオカル  
10 ボニル(例、フェニルチオカルボニル、2-ナフチルチオカルボニルなど)、 $C_{7-16}$   
アラルキル-チオカルボニル(例、ベンジルチオカルボニル、フェネチルチオカ  
ルボニルなど)、 $C_{6-14}$ アリールオキシ-チオカルボニル(例、フェノキシチオカ  
ルボニル、2-ナフチルオキシチオカルボニルなど)、 $C_{7-16}$ アラルキルオキシ-チ  
オカルボニル(例、ベンジルオキシチオカルボニル、2-ナフチルメチルオキシ  
15 チオカルボニルなど)、5または6員複素環チオカルボニル(例、1-ピロリジ  
ニルチオカルボニル、4-ピペリジルチオカルボニル、1-ピペラジニルチオカル  
ボニル、2-モルホリニルチオカルボニル、4-ピリジルチオカルボニル、3-チエ  
ニルチオカルボニル、2-フリルチオカルボニル、2-チアゾリルチオカルボニル  
などの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし  
20 3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環チオカルボニルなど)、チオ  
カルバモイル、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-チオカルバモイル(例、メチルチオカルバモ  
イル、エチルチオカルバモイルなど)、ジ- $C_{1-6}$ アルキル-チオカルバモイル(例  
えば、ジメチルチオカルバモイル、ジエチルチオカルバモイルなど)、 $C_{6-14}$ アリ  
ール-チオカルバモイル(例、フェニルチオカルバモイル、2-ナフチルチオカル  
25 バモイルなど)、スルファモイル、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-スルファモイル(例、メ  
チルスルファモイル、エチルスルファモイルなど)、ジ- $C_{1-6}$ アルキル-スルファ  
モイル(例、ジメチルスルファモイル、ジエチルスルファモイルなど)、 $C_{6-14}$   
アリール-スルファモイル(例、フェニルスルファモイルなど)、 $C_{1-6}$ アルキルス

- ルホニル（例、メチルスルホニル、エチルスルホニルなど）、 $C_{6-14}$ アリールスルホニル（例、フェニルスルホニル、2-ナフチルスルホニルなど）、 $C_{1-6}$ アルキルスルフィニル（例、メチルスルフィニル、エチルスルフィニルなど）、 $C_{6-14}$ アリールスルフィニル（例、フェニルスルフィニル、2-ナフチルスルフィニルなど）、
- 5 スルフィノ、スルホ、 $C_{1-6}$ アルコキシスルフィニル（例、メトキシスルフィニル、エトキシスルフィニル）、 $C_{6-14}$ アリールオキシスルフィニル（例、フェノキシスルフィニル）、 $C_{1-6}$ アルコキシスルホニル（例、メトキシスルホニル、エトキシスルホニル）および $C_{6-14}$ アリールオキシスルホニル（例、フェノキシスルホニル）などが用いられる。なかでも、ホルミル、カルボキシ、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、
- 10  $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルバモイル、モノ- $C_{1-6}$ アルキルカルバモイルなどの $C_{1-7}$ アシル基、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-スルファモイルまたはスルファモイルが好ましい。

- 前記置換基A群中の「アシルアミノ基」としては、例えば、ホルミルアミノ、ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボキサミド（例、アセトアミド、
- 15 プロピオンアミド、2-クロロアセトアミド、2,2-ジクロロアセトアミド、2,2,2-トリクロロアセトアミドなど）、 $C_{6-14}$ アリール-カルボキサミド（例、ベンズアミド、2-ナフチルカルボキサミドなど）、 $C_{7-16}$ アラルキルカルボキサミド（例、フェニルアセトアミドなど）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボキサミド（例、メトキシカルボキサミド、エトキシカルボキサミド、イソプロポキシカルボキサミド、tert-
- 20 ブトキシカルボキサミドなど）、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ（例、メチルスルホニルアミノ、エチルスルホニルアミノなど）、ビス（ $C_{1-6}$ アルキルスルホニル）アミノ（例、ビス（メチルスルホニル）アミノ、ビス（エチルスルホニル）アミノなど）、 $C_{6-14}$ アリールスルホニルアミノ（例、フェニルスルホニルアミノ、2-ナフチルスルホニルアミノなど）などが用いられる。なかでも、ホルミルア
- 25 ミノ、ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボキサミド、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボキサミド、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ、ビス（ $C_{1-6}$ アルキルスルホニル）アミノなどの $C_{1-7}$ アシルアミノ基が好ましい。

前記置換基A群中の「アシルオキシ基」としては、例えば、 $C_{1-6}$ アルキル-カル

ボニルオキシ（例、アセチルオキシ、プロピオニルオキシなど）、 $C_{6-14}$ アリール-カルボニルオキシ（例、ベンゾイルオキシ、2-ナフトイルオキシなど）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルオキシ（例、メトキシカルボニルオキシ、エトキシカルボニルオキシ、イソプロポキシカルボニルオキシ、tert-ブトキシカルボニルオキシなど）、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイルオキシ（例、メチルカルバモイルオキシ、エチルカルバモイルオキシなど）、ジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイルオキシ（例、ジメチルカルバモイルオキシ、ジエチルカルバモイルオキシなど）、 $C_{6-14}$ アリール-カルバモイルオキシ（例、フェニルカルバモイルオキシ、2-ナフトルカルバモイルオキシなど）などが用いられる。なかでも、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルオキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルオキシなどの $C_{2-7}$ アシルオキシ基が好ましい。

前記置換基A群において、前記(1)～(32)の基から選ばれる2ないし3個が結合してできる基としては、例えば、

(33a) 置換 $C_{1-6}$ アルキル基 [この $C_{1-6}$ アルキル基は、シアノ、カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルオキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、5または6員複素環（例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環）- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルボキシなどから選ばれる置換基を有する]、

(33b) 置換 $C_{6-14}$ アリール基 [この $C_{6-14}$ アリール基は、アミノ、ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ、ウレイド、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ、( $C_{1-6}$ アルキル)( $C_{1-6}$ アルキルスルホニル)アミノ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキルアミノなどから選ばれる置換基を有する]、

(33c)  $C_{1-6}$ アルコキシ- $C_{6-14}$ アリール- $C_{1-6}$ アルコキシ基、

(33d) 置換基を有する炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし4個のヘテロ原子を含有する5ないし14員複素環基 [この複素環基は、オキソ、カルボキシ- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルオキシ- $C_{1-6}$



アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキルなどから選ばれる置換基を有する]、

(33e) 式- $NR^{12}R^{13}$ で表わされる基

- [ $R^{12}$ および $R^{13}$ はそれぞれ(i) 5 または 6 員複素環 (例、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) - $C_{1-6}$ アルキル、(ii)  $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル、(iii) ジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ-メチレン-スルファモイル- $C_{1-6}$ アルキル、(iv) カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、(v) スルファモイル- $C_{1-6}$ アルキル、(vi)  $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル、(vii)  $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、(viii) ジ- $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{2-6}$ アルケニル、(ix) 5 または 6 員複素環基 (例、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環基) [この 5 または 6 員複素環基は、アミノ、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボキサミド、 $C_{1-6}$ アルキル-スルホニルアミノなどから選ばれる置換基を有していてもよい]、(x) ハロゲン化されていてもよい  $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xi)  $C_{1-6}$ アルキルチオ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xii)  $C_{1-6}$ アルキルスルフィニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xiii)  $C_{1-6}$ アルキルスルホニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xiv) アミノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xv) ハロゲン化されていてもよい  $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル-アミノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xvi)  $C_{6-14}$ アリール-カルボニル、(xvii) カルボキシ- $C_{6-14}$ アリール-カルボニル、(xviii)  $C_{1-6}$ アルキルでエステル化されていてもよいホスホノ- $C_{1-6}$ アルキル- $C_{6-14}$ アリール-カルボニル、(xix)  $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルを有していてもよい 5 または 6 員複素環 (例、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) -カルボニル、(xx) 5 または 6 員複素環 (例、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) - $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xxi)  $C_{6-14}$ アリール-オキシ-カルボニル、(xxii) カルボキシ- $C_{1-6}$ アルキル、(xxiii) カルバモイルなどを示す]、

(33f) 式- $CO-Hal$  ( $Hal$ はハロゲン原子を示す) で表される基、

(33g)置換スルファモイル基〔このスルファモイル基は、カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、5 または6員複素環- $C_{1-6}$ アルキルなどから選ばれる置換基を有する〕、

(33h)式- $C(=O)NR^{14}R^{15}$ で表わされる基

〔 $R^{14}$ および $R^{15}$ はそれぞれ(i)5または6員複素環(例、ピリジル、イミダゾリル  
5 などの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし  
3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環)- $C_{1-6}$ アルキル、(ii)カルボキ  
シ- $C_{1-6}$ アルキル、(iii) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル、(iv)ジ- $C_{1-6}$ ア  
ルキルアミノ- $C_{1-6}$ アルキル、(v)カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、(vi) $C_{1-6}$ アルキルカル  
ルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、(vii)5または6員複素環(例、ピリジルなどの炭素  
10 原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテ  
ロ原子を含有する5または6員複素環)- $C_{1-6}$ アルキルカルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、  
(viii)5または6員複素環(例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫  
黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5また  
は6員複素環)-アミノ- $C_{1-6}$ アルキル、(ix)スルファモイル- $C_{6-14}$ アリール- $C_{1-6}$ ア  
15 ルキル、(x) $C_{1-6}$ アルコキシを有していてもよい $C_{6-14}$ アリール、(xi) $C_{1-6}$ アルキル  
でエステル化されていてもよいホスホノ- $C_{1-6}$ アルキル- $C_{6-14}$ アリール、(xii)4な  
いし10員複素環基(例、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等か  
ら選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環)〔こ  
の4ないし10員複素環基は、ハロゲン原子、 $C_{1-6}$ アルキル、オキソなどから選  
20 ばれる置換基を1ないし2個有していてもよい〕、(xiii) $C_{6-14}$ アリール-カルバ  
モイル- $C_{1-6}$ アルキルなどを示す。 $R^{14}$ としては水素原子が好ましい。〕などが用  
いられる。

a環、b環、c環、a'環、b'環およびc'環の置換基として用いられる「置換  
基を有していてもよい複素環基」としては、例えば、炭素原子以外に窒素原子、  
25 硫黄原子、酸素原子等から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個含む(好ましく  
は1ないし3個)4ないし14員複素環基などが用いられ、具体的には、(a)4  
ないし14員芳香族複素環基、(b)4ないし14員脂肪族複素環基、(c)4ないし  
14員複素環とベンゼン環との2または3環性縮合環基などが用いられる。

該4ないし14員芳香族複素環基としては、例えば、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個含む（好ましくは1ないし3個）4ないし14員芳香族複素環基などが用いられ、具体的には、チオフェン、フラン、インドリジン、ピロール、イミダゾール、トリア  
5 ザール、チアゾール、オキサゾール、ピラゾール、ピリジン、N-オキシド化ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、プリン、4H-キノリジン、ナフチリジン、イソチアゾール、イソオキサゾール、フラザンなどが挙げられる。なかでも、ピリジン、チオフェン、フランなどが好ましく用いられる。

該4ないし14員脂肪族複素環基としては、炭素原子以外に窒素原子、硫黄  
10 原子、酸素原子等から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個（好ましくは1ないし3個）を含む4ないし14員脂肪族複素環基などが用いられ、具体的には、ピロリジン、ピペリジン、ピペラジン、モルホリン、チオモルホリン、1,2-ジヒドロピリジン、イミダゾリジンなどが挙げられる。

該4ないし14員複素環とベンゼン環との2または3環性縮合環基としては、  
15 炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個（好ましくは1ないし3個）を含む複素環とベンゼン環との2または3環性縮合環基などが用いられ、具体的には、ベンゾ〔b〕チオフェン、ベンゾフラン、1H-ベンズイミダゾール、ベンズオキサゾール、ベンゾチアゾール、1,2-ベンズイソチアゾール、ナフト〔2,3-b〕チオフェン、チアントレン、キサンテン、フェノキサチン、インドール、イソインドール、1H-インダゾール、イソ  
20 キノリン、キノリン、フタラジン、キノキサリン、キナゾリン、シンノリン、カルバゾール、 $\beta$ -カルボリン、フェナントリジン、アクリジン、フェナジン、フェノチアジン、フェノキサジン、イソクロマン、ジヒドロベンゾフランなどが挙げられる。

25 これら複素環基の置換基としては、前記置換基A群から選ばれる1ないし5個、好ましくは1ないし3個が用いられる。

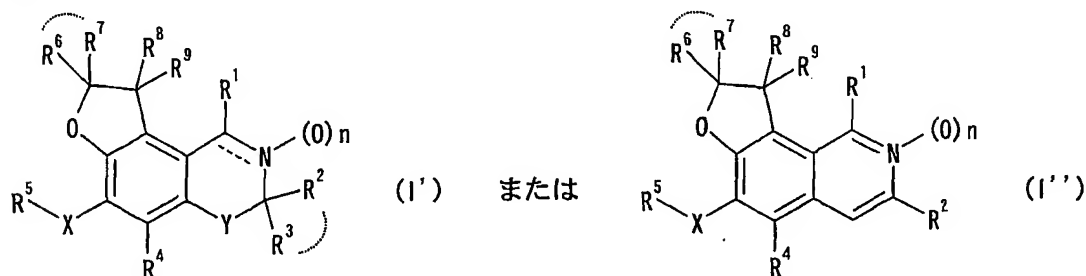
a環、b環、c環、a'環、b'環およびc'環の置換基として用いられる「置換基を有していてもよいアミノ基」としては、上記「置換基を有していてもよい

炭化水素基」、上記「置換基を有していてもよい複素環基」、置換基A群中の「アシル基」（この「アシル基」は、さらに置換基A群から選ばれる1ないし5個、好ましくは1ないし3個の置換基を有していてもよい）などから選ばれる置換基を1ないし2個有していてもよいアミノ基などが用いられる。

- 5 a環、b環、c環、a'環、b'環およびc'環の置換基として用いられる「アシル基」としては、前記した置換基A群中の「アシル基」と同様のものが用いられる。この「アシル基」は、さらに置換基A群から選ばれる1ないし5個、好ましくは1ないし3個の置換基を有していてもよい。

- 10 a環、b環、c環、a'環、b'環およびc'環の置換基として用いられる「置換基を有していてもよいヒドロキシ基」、「置換基を有していてもよいメルカプト基」、「置換基を有していてもよいイミノ基」、「置換基を有していてもよいウレイド基」、「置換基を有していてもよいアミジノ基」、「置換基を有していてもよいグアニジノ基」および「置換基を有していてもよいヒドラジノ基」の置換基としては、上記「置換基を有していてもよい炭化水素基」、上記「置換基を有していてもよい複素環基」、置換基A群中の「アシル基」（この「アシル基」は、さらに置換基A群から選ばれる1ないし5個、好ましくは1ないし3個の置換基を有していてもよい）などが用いられる。

15 a環、b環およびc環がそれぞれ置換基を有する化合物としては、具体的には、  
式



〔式中、各記号は前記と同意義を示す〕で表される化合物などが用いられる。

上記式中、R<sup>1</sup>は(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基、(3)置換基を有していてもよい複素環基または(4)置換基を有していてもよいアミノ基を示す。

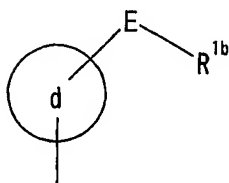
R<sup>1</sup>で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

5 R<sup>1</sup>で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、a環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが用いられる。

R<sup>1</sup>で示される「置換基を有していてもよいアミノ基」としては、a環の置換基として例示した「置換基を有していてもよいアミノ基」と同様のものが用いられる。

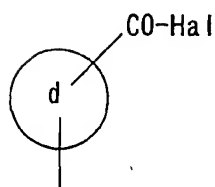
10 R<sup>1</sup>としては、(1)置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基、(2)置換基を有していてもよい複素環基、(3)置換基を有していてもよい脂肪族環状炭化水素基、(4)式-L-R<sup>1a</sup>〔式中、Lはメチレン基、カルボニル基または置換基を有していてもよい窒素原子を、R<sup>1a</sup>は水素原子、置換基を有していてもよい芳香族基、置換基を有していてもよいヒドロキシ基または置換基を有していてもよいアミノ基を示す〕で表わされる基などが好ましく、なかでも置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基が好ましい。

また、この「置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基」および「置換基を有していてもよい複素環基」としては、式



20 〔式中、R<sup>1b</sup>は水素原子、置換基を有していてもよい炭化水素基または置換基を有していてもよい複素環基を、d環は置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環または置換基を有していてもよい複素環を、Eは結合手、メチレン基、酸素原子、酸化されていてもよい硫黄原子、置換基を有していてもよい窒素原子または式-CS-O-、  
-CO-O-、-S-CO-、-(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>-CO-、-NR<sup>1c</sup>-CO-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-、-NR<sup>1c</sup>-SO<sub>2</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-、-SO<sub>2</sub>-NR<sup>1c</sup>-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-、  
25 -O-CS-NR<sup>1c</sup>-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-、-NR<sup>1c</sup>-CO-NR<sup>1c</sup>-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-、-NR<sup>1c</sup>-CO-CH<sub>2</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NR<sup>1c</sup>-〔式中、R<sup>1c</sup>は

水素原子、置換基を有していてもよいアルキル基またはアシル基を、 $k$  は 0 または 1 を、 $m$  は 0 ないし 3 の整数を示す] で表される基、式



[式中、Hal はハロゲン原子を、 $d$  環は前記と同意義を示す] で表される基などが

5 好ましく用いられる。

$R^1$  の好ましい基である「芳香族炭化水素基」としては、例えば、炭素数 6 ないし 14 員の単環式あるいは縮合多環式芳香族炭化水素基 ( $C_{6-14}$  アリール基) などが用いられる。 $C_{6-14}$  アリール基としては、例えば、フェニル、1-ナフチル、2-ナフチル、1-アントリル、2-アントリル、9-アントリル、1-フェナントリル、2-フェナントリル、3-フェナントリル、4-フェナントリル、9-フェナントリルなどが用いられ、なかでも、フェニル、1-ナフチル、2-ナフチルなどが好ましく、特にフェニルなどが好適である。

この「芳香族炭化水素基」の置換基としては、前記した置換基 A 群から選ばれる 1 ないし 5 個、好ましくは 1 ないし 3 個が用いられる。これら置換基の中でも、(1) ハロゲン原子、(2) ニトロ基、(3)  $C_{1-6}$  アルキル基 (メチル、イソプロピル、*tert*-ブチルなど) [この  $C_{1-6}$  アルキル基は、ハロゲン原子、シアノ、カルバモイル、 $C_{1-6}$  アルキル-カルバモイル、 $C_{1-6}$  アルキル-カルボニルオキシ、 $C_{1-6}$  アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$  アルキル-カルバモイル、5 または 6 員複素環 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環)- $C_{1-6}$  アルキル-カルバモイル、 $C_{1-6}$  アルキルスルホニルアミノ、 $C_{1-6}$  アルコキシ-カルボニル、カルボキシなどから選ばれる置換基を有していてもよい]、(4)  $C_{3-6}$  シクロアルキル基 (例、シクロヘキシル)、(5)  $C_{6-14}$  アリール基 (例、フェニル) [この  $C_{6-14}$  アリール基は、アミノ、カルボキシ、 $C_{1-6}$  アルコキシ-カルボニル、カルバモイル、モノ-またはジ- $C_{1-6}$  アルキルカルバモイル、ホルミルアミノ、ハロゲン原子またはカルボキシを有

- していてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ（例、アセチルアミノ、プロピオニルアミノ、トリフルオロアセチルアミノ、ピバロイルアミノ）、 $C_{6-14}$ アリール-カルボニルアミノ（例、ベンゾイルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルアミノ（例、メトキシカルボニルアミノ）、ウレイド、モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル
- 5 ウレイド、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ（例、メチルスルホニルアミノ）、（ $C_{1-6}$ アルキル）（ $C_{1-6}$ アルキルスルホニル）アミノ（例、メチル（メチルスルホニル）アミノなど）、（ $C_{1-6}$ アルキル）（ $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル）アミノ（例、メチル（アセチル）アミノなど）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキルアミノ（例、2-エトキシカルボニル-2-プロピルアミノなど）、 $C_{7-15}$ アラキルオキシ-カルボ
- 10 ニルアミノ（例、ベンジルオキシカルボニルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ（例、アセチルアミノアセチルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルキルチオ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ（例、メチルチオアセチルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルキル-スルフィニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ（例、メチルスルフィニルアセチルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルボ
- 15 ニルアミノ（例、メチルスルホニルアセチルアミノ）、 $C_{6-14}$ アリールオキシ-カルボニルアミノ（例、フェノキシカルボニルアミノ）、ヒドロキシ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル（例、ヒドロキシメチルカルバモイル、ヒドロキシエチルカルバモイル）などから選ばれる置換基を有していてもよく、特にアミノ、カルボキ
- 20 シ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルバモイル、モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキルカルバモイル、ホルミルアミノ、ハロゲン原子またはカルボキシを有していてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ（例、アセチルアミノ、プロピオニルアミノ、トリフルオロアセチルアミノ、ピバロイルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルアミノ（例、メトキシカルボニルアミノ）、ウレイド、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ（例、メチルスルホニルアミノ）、（ $C_{1-6}$ アルキル）（ $C_{1-6}$ アルキルスルホ
- 25 ニル）アミノ（例、メチル（メチルスルホニル）アミノなど）、（ $C_{1-6}$ アルキル）（ $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル）アミノ（例、メチル（アセチル）アミノなど）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキルアミノ（例、2-エトキシカルボニル-2-プロピルアミノなど）、 $C_{7-15}$ アラキルオキシ-カルボニルアミノ（例、ベンジルオ

- キシカルボニルアミノ) などから選ばれる置換基を有していてもよい]、(6)ハロゲン原子または $C_{1-6}$ アルコキシ- $C_{6-14}$ アリールを有していてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ基(例、メトキシ、トリフルオロメトキシ、イソプロポキシ、2-(4-メトキシフェニル)エトキシなど)、(7) $C_{6-14}$ アリールオキシ基(例、フェノキシ)、
- 5 (8)カルバモイルを有していてもよい $C_{1-6}$ アルキルチオ基(例、メチルチオ、カルバモイルメチルチオ)、(9)カルバモイルを有していてもよい $C_{1-6}$ アルキルスルフィニル基(例、メチルスルフィニル、カルバモイルメチルスルフィニル)、(10) $C_{6-14}$ アリールチオ基(例、フェニルチオ)、(11)ヒドロキシ基、(12)炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし4個のヘテロ原子を
- 10 含有する4ないし14員複素環基(例、ピロリジニル、ピペリジル、イソインドリニル、フリル、チエニル、ピリジル、キノリル、ベンゾフラニル、ピリミジニル、テトラゾリル、イミダゾリジニル、イソチアゾリジニル、チアジアゾリジニル、アゼチニルなど) [この複素環基は、オキソ、カルボキシ- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルオキシ- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-
- 15 -カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキルなどから選ばれる置換基を有していてもよい]、(13)カルボキシ基、(14)式- $CO-Hal$  ( $Hal$ はハロゲン原子を示す)で表される基(例、クロロホルミル)、(15) $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル基(例、アセチルなど)、(16) $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基(例、メチルスルホニルなど)、
- 20 (17) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基(例、メトキシカルボニルなど)、(18)スルファモイル基 [このスルファモイル基は、 $C_{1-6}$ アルキル、カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル、オキソ基を有していてもよい5ないし7員複素環基(例、ピリジル、ピロリジニル、ヘキサヒドロアゼピニルな
- 25 どの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5ないし7員複素環基)- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ- $C_{6-14}$ アリールなどから選ばれる置換基を1または2個有していてもよい]、(19)式- $NR^aR^b$ で表わされる基 [ $R^a$ および $R^b$ はそれぞれ(i)水素原子、(ii) $C_{1-6}$ アルキル、(iii)5または6員複素環(例、ピリジルなどの炭素原子以外



- に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環)  $-C_{1-6}$ アルキル、(iv)  $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル、(v) ジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ-メチレン-スルファモイル- $C_{1-6}$ アルキル、(vi) カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、(vii) スルファモイル- $C_{1-6}$ アルキル、
- 5 (viii)  $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル、(ix)  $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、(x) ジ- $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{2-6}$ アルケニル、(xi)  $C_{6-14}$ アリール、(xii) 5 または 6 員複素環基 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環基) [この 5 または 6 員複素環基は、アミノ、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボキサミド、 $C_{1-6}$ アルキル-スルホニルアミノなどから選ばれる置換基を有していてもよい]、(xiii) ハ
- 10 ロゲン化されていてもよい  $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xiv)  $C_{1-6}$ アルキルチオ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xv)  $C_{1-6}$ アルキルスルフィニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xvi)  $C_{1-6}$ アルキルスルホニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xvii) アミノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xviii) ハロゲン化されていてもよい  $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル
- 15 -アミノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xix)  $C_{6-14}$ アリール-カルボニル、(xx) カルボキシ- $C_{6-14}$ アリール-カルボニル、(xxi)  $C_{1-6}$ アルキルでエステル化されていてもよいホスホノ- $C_{1-6}$ アルキル- $C_{6-14}$ アリール-カルボニル、(xxii) ハロゲン原子、オキソまたは  $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルを有していてもよい 5 または 6 員複素環 (例、ピロリジニル、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子
- 20 等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) -カルボニル、(xxiii) 5 または 6 員複素環 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環)  $-C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xxiv)  $C_{6-14}$ アリール-オキシ-カルボニル、(xxv) カルボキシ- $C_{1-6}$ アルキル、(xxvi) カルバモイル、(xxvii)
- 25 ハロゲン化されていてもよい  $C_{1-6}$ アルキルカルバモイル、(xxviii)  $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノを有していてもよい  $C_{6-14}$ アリールカルバモイル、(xxix) 5 または 6 員複素環 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素

- 環) -カルバモイル、(xxx)  $C_{2-6}$  アルケニル-カルボニル、(xxxi) オキシ基を有していてもよい 5 または 6 員複素環 (例、ピロリジニルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) -アミノ- $C_{1-6}$  アルキル-カルボニル、(xxxii) (オキシ基を有していてもよい 5 または 6 員複素環 (例、ピロリジニルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環)) ( $C_{1-6}$  アルキル) アミノ- $C_{1-6}$  アルキル-カルボニル、(xxxiii) (オキシ基を有していてもよい 5 または 6 員複素環 (例、ピロリジニルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環)) ( $C_{1-6}$  アルキルカルボニル) アミノ- $C_{1-6}$  アルキル-カルボニル、(xxxiv)  $C_{1-6}$  アルキルチオ- $C_{1-6}$  アルキルカルボニル (硫黄原子は酸化されていてもよい)、(xxxv) ハロゲン化されていてもよい  $C_{1-6}$  アルキルスルホニル、(xxxvi) スルファモイル、(xxxvii)  $C_{1-6}$  アルキルスルファモイルなどを示す]、(20) 式  $-C(=O)NR^cR^d$  で表わされる基 [ $R^c$  および  $R^d$  はそれぞれ (i) 水素原子、(ii)  $C_{1-6}$  アルキル、(iii) 5 または 6 員複素環 (例、ピリジル、イミダゾリルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) - $C_{1-6}$  アルキル、(iv) カルボキシ- $C_{1-6}$  アルキル、(v)  $C_{1-6}$  アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$  アルキル、(vi) ジ- $C_{1-6}$  アルキルアミノ- $C_{1-6}$  アルキル、(vii) カルバモイル- $C_{1-6}$  アルキル、(viii)  $C_{1-6}$  アルキルカルバモイル- $C_{1-6}$  アルキル、(ix) 5 または 6 員複素環 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) - $C_{1-6}$  アルキルカルバモイル- $C_{1-6}$  アルキル、(x) 5 または 6 員複素環 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) -アミノ- $C_{1-6}$  アルキル、(xi) スルファモイル- $C_{6-14}$  アリール- $C_{1-6}$  アルキル、(xii)  $C_{1-6}$  アルコキシを有していてもよい  $C_{6-14}$  アリール、(xiii)  $C_{1-6}$  アルキルでエステル化されていてもよいホスホノ- $C_{1-6}$  アルキル- $C_{6-14}$  アリール、(xiv) 4 ないし 10 員複素環基 (例、アゼチニル、ピロリジ

- ニル、ピペリジニル、ヘキサヒドロアゼピニル、ピリジル、ピリミジニル、ピラジニル、ピリダジニル、1-アザビシクロ[2.2.2]オクト-3-イルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環) [この4ないし10員複素環基は、ハ
- 5 ロゲン原子、 $C_{1-6}$ アルキル、オキソなどから選ばれる置換基を1ないし2個有しているてもよい]、(xv) $C_{6-14}$ アリール-カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、(xvi)ヒドロキシ- $C_{1-6}$ アルキル、(xvii)オキソ基を有しているてもよい5または6員複素環(例、ピロリニジル、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環)-カル
- 10 ルバモイル- $C_{1-6}$ アルキルなどを示す。 $R^0$ としては水素原子が好ましい。]、(21)シアノ基、(22)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキルカルバモイルチオ基(例、ジメチルカルバモイルチオ)、(23)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキルチオカルバモイルオキシ基(例、ジメチルチオカルバモイルオキシ)などが好ましい。

- $R^1$ の好ましい基として示される「複素環基」としては、ピリジル、チエニル、
- 15 フリル、イミダゾリル、チアゾリル、キノリル、1,2-ジヒドロピリジル、ジヒドロベンゾフラニル、ベンゾジオキサリル、ベンゾチアゾリル、ピペリジル、ピペラジニルなどが好ましく、特にピリジル、1,2-ジヒドロピリジルなどが好適である。

- この「複素環基」の置換基としては、(1)ハロゲン原子、(2) $C_{1-6}$ アルキル基(例、
- 20 メチル、エチルなど) [このアルキルは、カルボキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-アミノ、ジ- $C_{1-6}$ アルキル-アミノ、カルバモイル、ヒドロキシを有しているてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、オキソを有しているてもよい4ないし10員複素環基(例、ピリジル、キノリルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘ
- 25 テロ原子を含有する4ないし10員複素環基)、4ないし10員複素環(例、ピリジル、キノリルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環)-カルバモイル、カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイルなどから選ばれる置換基を

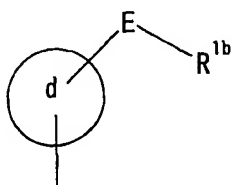
- 有していてもよい] (3)  $C_{1-6}$  アルコキシ基 (例、メトキシ)、(4)  $C_{6-14}$  アリール基 (例、フェニル)、(5)  $C_{7-16}$  アラルキル基 (例、ベンジル) [この  $C_{7-16}$  アラルキルは、カルボキシ、 $C_{1-6}$  アルコキシ-カルボニル、カルバモイル、ヒドロキシを有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル-カルバモイル、4 ないし 10 員複素環 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 4 ないし 10 員複素環) -カルバモイルなどから選ばれる置換基を有していてもよい]、(6) 4 ないし 10 員複素環基 (例、ピリジル、キノリル、イソキノリルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 4 ないし 10 員複素環基) [この 4 ないし 10 員複素環基は、 $C_{1-6}$  アルキル、 $C_{1-6}$  アルコキシ-カルボニル、カルバモイル、オキソ、4 ないし 10 員複素環基 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 4 ないし 10 員複素環基) などから選ばれる置換基を有していてもよい]、(7) オキソ基、(8) オキシド基などから選ばれる 1 ないし 5 個、好ましくは 1 ないし 3 個の置換基が好ましい。

$R^1$  がオキシド基を有する複素環基としては、例えば、N-オキシド化ピリジルなどが好ましい。

- $R^1$  の好ましい基として示される「脂肪族環状炭化水素基」としては、例えば、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどの  $C_{3-6}$  シクロアルキル基などが用いられ、特にシクロペンチル、シクロヘキシルが好ましい。

この「脂肪族環状炭化水素基」は前記した  $R^1$  で示される炭化水素基が有していてもよい置換基と同様の置換基を有していてもよい。

- $R^1$  の好ましい基として例示される「置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基」および「置換基を有していてもよい複素環基」としては、式



〔各記号は前記と同意義を示す〕で表わされる基が好ましく用いられる。

- $R^{1b}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。なかでも、(1) $C_{1-6}$ アルキル基（メチル、イソプロピル、tert-ブチルなど）〔この $C_{1-6}$ アルキル基は、ハロゲン原子、シアノ、ヒドロキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、ジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ、ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル-アミノ、カルボキシ、カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルオキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、5または6員複素環（例、ピリジル、イミダゾリルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環）- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキルチオ、 $C_{1-6}$ アルキルスルフィニル、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ、5または6員複素環（例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環）- $C_{1-6}$ アルキルカルバモイル、5または6員複素環（例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環）-アミノ、スルファモイル- $C_{6-14}$ アリール、カルボキシ- $C_{6-14}$ アリール、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{6-14}$ アリール、カルバモイル- $C_{6-14}$ アリール、ヒドロキシを有していてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル- $C_{6-14}$ アリール、4ないし10員複素環（例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環）-カルバモイル- $C_{6-14}$ アリールなどから選ばれる置換基を有していてもよい〕、(2) $C_{3-6}$ シクロアルキル基（例、シクロヘキシル）、(3) $C_{6-14}$ アリール基（例、フェニル）〔この $C_{6-14}$ アリール基は、 $C_{1-6}$ アルコキシ（例、メトキシ）、アミノ、カルボキシ、ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ（例、アセチルアミノ、トリフルオロアセチルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルアミノ（例、メトキシカルボニルアミノ）、ホルミルアミノ、ウレイド、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ（例、メチルスルホニルアミノ）、( $C_{1-6}$

アルキル) ( $C_{1-6}$ アルキルスルホニル) アミノ (例、メチル (メチルスルホニル) アミノなど)、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキルアミノ (例、2-エトキシカルボニル-2-プロピルアミノなど)、 $C_{1-6}$ アルキルでエステル化されていてもよいホスホノ- $C_{1-6}$ アルキル、モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、 $C_{7-16}$ アラ  
5 ルキルオキシ-カルボニルアミノ (例、ベンジルオキシカルボニルアミノなど)、 $C_{7-16}$ アラルキル-カルボニルアミノ (例、フェニルアセチルアミノなど) などから選ばれる置換基を有していてもよい]、(4)  $C_{2-6}$ アルケニル基などが好ましい。

$R^{1b}$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、a環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが用いられ  
10 る。なかでも、ハロゲン原子、 $C_{1-6}$ アルキル、カルボキシ- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルバモイル、オキソ、4ないし10員複素環基 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環基) などから選ばれる1または2個の置換基で置換  
15 されていてもよい、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし4個のヘテロ原子を含有する5ないし14員複素環基 (例、アゼチニル、ピロリジニル、ピペリジニル、イソチアゾリジニル、チアジアゾリジニル、ヘキサヒドロアゼピニル、フリル、チエニル、ピリジル、キノリル、イソキノリル、ベンゾフラニル、ピリミジニル、テトラゾリル、イミダゾリニル、  
20 ピラジニル、ピリダジニルなど) が好ましい。

d環で示される芳香族炭化水素環としては、例えば、炭素数6ないし14員の単環式あるいは縮合多環式芳香族炭化水素環 ( $C_{6-14}$ アリール環) などが用いられる。 $C_{6-14}$ アリール環としては、例えば、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、フェナントレン環などが用いられ、なかでも、ベンゼン環、ナフタレン  
25 環などが好ましく、特に好ましくはベンゼン環が好適である。

これら芳香族炭化水素環は、前記した置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。

d環で示される複素環としては、例えば、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、

酸素原子等から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個（好ましくは1ないし3個）含む5ないし14員複素環などが用いられ、具体的には、(a) 5ないし14員芳香族複素環、(b) 5ないし14員脂肪族複素環、(c) 5ないし14員複素環とベンゼン環との2または3環性縮合環などが用いられる。

- 5 該5ないし14員芳香族複素環としては、例えば、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個（好ましくは1ないし3個）含む5ないし14員芳香族複素環などが用いられ、具体的には、チオフェン、フラン、インドリジン、ピロール、イミダゾール、トリアゾール、チアゾール、オキサゾール、ピラゾール、ピリジン、N-オキシド化ピリジン、
- 10 ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、プリン、4H-キノリジン、ナフチリジン、イソチアゾール、イソオキサゾール、フラザンなどが挙げられる。なかでも、ピリジン、チオフェン、フランなどが好ましく用いられる。

- 該5ないし14員脂肪族複素環としては、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個（好ましくは1ないし3個）を含む5ないし14員脂肪族複素環などが用いられ、具体的には、ピロ
- 15 リジン、ピペリジン、ピペラジン、モルホリン、チオモルホリン、1,2-ジヒドロピリジン、イミダゾリジンなどが挙げられる。

- 該5ないし14員複素環とベンゼン環との2または3環性縮合環としては、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個（好ましくは1ないし3個）を含む複素環とベンゼン環との2または3環性縮合環などが用いられ、具体的には、ベンゾ [b] チオフェン、ベンゾフラン、1H-ベンズイミダゾール、ベンズオキサゾール、ベンゾチアゾール、1,2-ベンズイソチアゾール、ナフト [2,3-b] チオフェン、チアントレン、キサンテン、フェノキサチイン、インドール、イソインドール、1H-インダゾール、イソ
- 20 キノリン、キノリン、フタラジン、キノキサリン、キナゾリン、シンノリン、カルバゾール、 $\beta$ -カルボリン、フェナントリジン、アクリジン、フェナジン、フェノチアジン、フェノキサジン、イソクロマン、ジヒドロベンゾフランなどが挙げられる。

なかでもd環で示される複素環としては、ピリジン、チオフェン、フラン、イミダゾール、チアゾール、キノリン、N-オキシド化ピリジン、1,2-ジヒドロピリジン、ジヒドロベンゾフラン、ベンゾジオキサール、ベンゾチアゾール、ペリジン、ピペラジンなどが好ましく、特にピリジン、1,2-ジヒドロピリジン

5   などが好適である。

これら複素環は、前記した置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。

Eで示される「酸化されていてもよい硫黄原子」としては、S、SO、SO<sub>2</sub>が用いられる。

10   Eで示される置換基を有していてもよい窒素原子としては、例えば、(i)水素原子、(ii)置換基を有していてもよい炭化水素基、(iii)アシル基などを1ないし2個有していてもよい窒素原子などが用いられる。

該「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

15   該「アシル基」としては、a環の置換基として例示した「アシル基」と同様のものが用いられ、このアシル基はさらに置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。

Eで示される式-CS-O-、-CO-O-、-S-CO-、-(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>-CO-、-NR<sup>1c</sup>-CO-(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-、-NR<sup>1c</sup>-SO<sub>2</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-、-SO<sub>2</sub>-NR<sup>1c</sup>-(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-、-O-CS-NR<sup>1c</sup>-(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-、-NR<sup>1c</sup>-CO-NR<sup>1c</sup>-(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-、

20   -NR<sup>1c</sup>-CO-CH<sub>2</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-NR<sup>1c</sup>-〔式中、R<sup>1c</sup>は水素原子、置換基を有していてもよいアルキル基またはアシル基を、kは0または1を、mは0ないし3の整数を示す〕で表わされる基において、R<sup>1c</sup>で示されるアルキル基としては、例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ペンチル、ヘキシルなどのC<sub>1-6</sub>アルキル基などが用いられる。

25   R<sup>1c</sup>で示されるアルキル基は、前記した置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。

R<sup>1c</sup>で示されるアシル基としては、a環の置換基として例示した「アシル基」と同様のものが用いられ、このアシル基はさらに置換基A群から選ばれる置換基を



1 ないし 5 個、好ましくは 1 ないし 3 個有していてもよい。

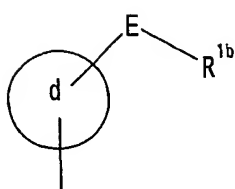
k は 0 または 1 を示し、特に 0 が好ましい。

m は 0 ないし 3 の整数を示し、なかでも 0 または 1 が好ましい。

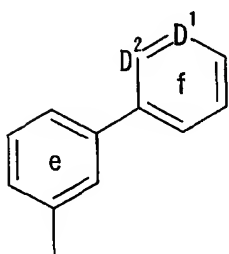
上記した中でも、E としては、(i) 結合手、(ii) メチレン、(iii) O、(iv) S、(v) SO、

- 5 (vi) SO<sub>2</sub>、(vii) -NH-、(viii) -N (C<sub>1-6</sub>アルキル) - (例、-N (メチル) - など)、  
 (ix) -N (C<sub>1-6</sub>アルキル-カルボニル) - (例、-N (アセチル) - など)、(x) -N (C<sub>1-6</sub>  
 アルコキシ-カルボニル) - (例、-N (エトキシカルボニル) - など)、(xi) -N (C<sub>1-6</sub>  
 アルキル-スルホニル) - (例、-N (メチルスルホニル) - など)、(xii) -CO-O-、  
 (xiii) -S-CO-、(xiv) -(CH<sub>2</sub>)<sub>k</sub>-CO- [式中、k は 0 または 1 を示す] で表される基、  
 10 (xv) -NR<sup>f</sup>-CO-(CH<sub>2</sub>)<sub>m1</sub>- [式中、R<sup>f</sup> は水素原子または C<sub>1-6</sub>アルコキシ-カルボニル (例、  
 メトキシカルボニル) または炭素原子以外に窒素原子、酸素原子、硫黄原子等  
 から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する複素環基 (例、ピリジル)  
 で置換されていてもよい C<sub>1-6</sub>アルキル基を、m1 は 0 ないし 3 の整数を示す] で表  
 される基、(xvi) -NR<sup>g</sup>-SO<sub>2</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>m2</sub>- [式中、R<sup>g</sup> は水素原子または C<sub>1-6</sub>アルキル-スル  
 15 ホニル基 (例、メチルスルホニル) を、m2 は 0 を示す] で表される基、  
 (xvii) -SO<sub>2</sub>-NR<sup>h</sup>-(CH<sub>2</sub>)<sub>m3</sub>- [式中、R<sup>h</sup> は水素原子または C<sub>1-6</sub>アルキル基 (例、メチル)  
 を、m3 は 0 または 1 を示す] で表される基、(xviii) -O-CS-NR<sup>i</sup>-(CH<sub>2</sub>)<sub>m4</sub>- [式中、  
 R<sup>i</sup> は水素原子または C<sub>1-6</sub>アルキル基 (例、メチル) を、m4 は 0 または 1 を示す]  
 で表される基、(xix) -NR<sup>j</sup>-CO-NR<sup>k</sup>-(CH<sub>2</sub>)<sub>m5</sub>- [式中、R<sup>j</sup> は水素原子または C<sub>1-6</sub>アルキ  
 20 ル基 (例、メチル) を、R<sup>k</sup> は水素原子または C<sub>1-6</sub>アルキル基 (例、メチル) を、  
 m5 は 0 または 1 を示す] で表される基、(xx) -NR<sup>l</sup>-CO-CH<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>m6</sub>-NR<sup>n</sup>- [式中、R<sup>l</sup>  
 は水素原子または C<sub>1-6</sub>アルキル基 (例、メチル) を、R<sup>n</sup> は水素原子または C<sub>1-6</sub>アル  
 キル基 (例、メチル) を、m6 は 0 または 1 を示す] で表される基などが好まし  
 い。

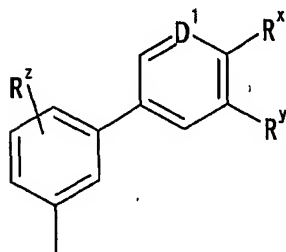
- 25 R<sup>f</sup> の好ましい基として例示される「置換基を有していてもよい芳香族炭化水素  
 基」および「置換基を有していてもよい複素環基」として挙げられる、式



〔各記号は前記と同意義を示す〕で表わされる基のさらに好ましいものとして、  
式

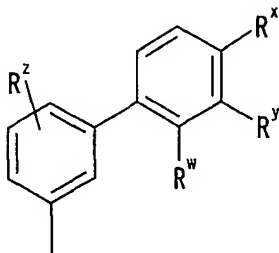


- 5 〔式中、環eおよび環fは置換基を有していてもよく、D<sup>1</sup>およびD<sup>2</sup>は、ともにメチンまたは一方がメチン、他方が窒素原子を示す〕で表される基などが挙げられる。より具体的には、式



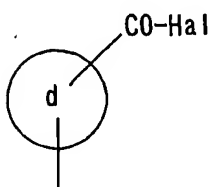
- 〔式中、D<sup>1</sup>は炭素原子または窒素原子を、R<sup>x</sup>は(1)アミノ基、(2)式-NHCOR<sup>x'</sup> (R<sup>x'</sup>は、(1')水素原子、(2')C<sub>7-16</sub>アラルキル基または(3')モノC<sub>1-6</sub>アシルアミノで置換されていてもよいC<sub>1-6</sub>アルキル基を示す) または(3)式-COR<sup>x''</sup> (R<sup>x''</sup>は、(1')C<sub>1-6</sub>アルコキシ基、(2')ヒドロキシ基または(3')C<sub>1-6</sub>アルキルで置換されていてもよいアミノ基を示す) を、R<sup>y</sup>は(1)水素原子、(2)ハロゲン原子または(3)C<sub>1-6</sub>アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基を、R<sup>z</sup>は(1)水素原子、(2)ヒドロキシ基、(3)アミノ基、(4)C<sub>1-6</sub>アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよいC<sub>1-6</sub>アルコキシ基を示す〕で表される基などが挙げられる。
- 10
- 15

また、 $R^1$ の好ましい基の具体例としては、式



- 〔式中 $R^w$ は水素原子または $C_{1-6}$ アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基を、 $R^x$ は(1)アミノ基、(2)式 $-NHCOR^x$  ( $R^x$ は、(1')水素原子、(2') $C_{1-16}$ アルキル、(3')モノ $C_{1-6}$ アシルアミノで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル基を示す)、(3)モノ $C_{1-6}$ アルキルカルバモイル基、(4)ヒドロキシ基または(5)(1')カルボキシ、(2') $C_{1-6}$ アルコキシカルボニルまたは(3')モノ $C_{1-6}$ アルキルカルバモイルで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ基を、 $R^y$ は(1)水素原子、(2)ハロゲン原子または(3) $C_{1-6}$ アルコキシカルボニル基を、 $R^z$ は(1)水素原子、(2)ヒドロキシ基、(3)アミノ基、(4) $C_{1-6}$ アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ基、(5)シアノ基、(6) $C_{1-6}$ アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基または(7)カルバモイル基を示す〕で表される基も挙げられる。

- $R^1$ の好ましい基として例示される「置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基」および「置換基を有していてもよい複素環基」としては、式



- 〔各記号は前記と同意義を示す〕で表わされる基も好ましく用いられる。
- Halで示されるハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などが用いられ、なかでも塩素原子が好ましい。
- d環としては、前記と同様のものが用いられる。
- $R^1$ の好ましい基として例示される式 $-L-R^{1a}$ 〔式中、各記号は前記と同意義を示す〕

す]で表わされる基において、Lで示される「置換基を有していてもよい窒素原子」としては、Eで示される「置換基を有していてもよい窒素原子」と同様のものが用いられる。Lとしては、メチレン基、カルボニル基、-NH-などが好ましい。

- R<sup>1a</sup>で示される芳香族基としては、例えば、(1)単環式あるいは縮合多環式芳香族炭化水素基、より具体的にはフェニル、1-ナフチル、2-ナフチル、1-アントリル、2-アントリル、9-アントリル、1-フェナントリル、2-フェナントリル、3-フェナントリル、4-フェナントリルまたは9-フェナントリルなどのC<sub>6-14</sub>アリール基（好ましくは、フェニル、1-ナフチルまたは2-ナフチルなど、特に好ましくはフェニル）などの6ないし14員の単環式あるいは縮合多環式芳香族炭化水素基、(2)炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1種または2種のヘテロ原子を1個以上（例えば、1ないし4個、好ましくは1ないし3個）を含む4ないし14員芳香族複素環基などが用いられる。

- この4ないし14員芳香族複素環基としては、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1種または2種のヘテロ原子を1個以上（例えば、1ないし4個、好ましくは1ないし3個）を含む単環複素環基（好ましくは5ないし8員）またはその縮合芳香族複素環基、より具体的には、チオフェン、ベンゾ[b]チオフェン、ベンゾフラン、1H-ベンズイミダゾール、ベンズオキサゾール、ベンゾチアゾール、1,2-ベンズイソチアゾール、ナフト[2,3-b]チオフェン、チアントレン、フラン、インドリジン、キサンテン、フェノキサチン、ピロール、イミダゾール、トリアゾール、チアゾール、オキサゾール、ピラゾール、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、インドール、イソインドール、1H-インダゾール、プリン、4H-キノリジン、イソキノリン、キノリン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリン、シンノリン、カルバゾール、β-カルボリン、フェナントリジン、アクリジン、フェナジン、イソチアゾール、フェノチアジン、イソオキサゾール、フラザン、フェノキサジン、イソクロマンなどの芳香族複素環（好ましくは、ピリジン、チオフェンまたはフランなど、より好ましくはピリジン）またはこれらの環（好ましくは、単環複素環）が1個あるいは複数個（好ましくは1または2個、さらに好まし

くは1個)と芳香環(例えば、上記した芳香族炭化水素基など、好ましくはベンゼン環)との縮合環基などが用いられる。

該芳香族基の置換基としては、前記した置換基A群から選ばれる1ないし5個、好ましくは1ないし3個の置換基が用いられる。

- 5  $R^{1a}$ で示される置換基を有していてもよい芳香族基としては、 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシなどの置換基を1ないし5個有していてもよい $C_{6-14}$ アリール基(例、フェニル)などが好ましい。

- $R^{1a}$ で示される「置換基を有していてもよいヒドロキシ基」としては、前記したa環の置換基として例示される「置換基を有していてもよいヒドロキシ基」と同様のものが用いられ、なかでも $C_{1-6}$ アルキル基(例、メチル)を有していてもよいヒドロキシ基が好ましい。
- 10

$R^{1a}$ で示される「置換基を有していてもよいアミノ基」としては、a環の置換基として例示した「置換基を有していてもよいアミノ基」と同様のものが用いられる。

- 15  $R^{1a}$ で示される「置換基を有していてもよいアミノ基」としては、例えば、置換基を有していてもよいアルキル基や置換基を有していてもよいアリール基などを1または2個有していてもよいアミノ基が好ましく、特に、(1)4ないし10員複素環基(炭素原子以外に窒素原子、酸素原子、硫黄原子などから選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を有する4ないし10員複素環基、例、ピリジル)
- 20 で置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-アミノ基、(2) $C_{6-14}$ アリール-アミノ基、(3)4ないし10員複素環(炭素原子以外に窒素原子、酸素原子、硫黄原子などから選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を有する4ないし10員複素環、例、ピリジル)-アミノ基などが好ましい。

- $R^2$ および $R^3$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a環の置換基として例示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。
- 25

この「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、例えば、(1)ハロゲン原子、(2)置換基を有していてもよいヒドロキシ基(例えば、 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$

- アルキル-カルボニル、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニル、 $C_{7-16}$ アラルキルなどで置換されていてもよいヒドロキシ基など)、(3)置換基を有していてもよいアミノ基(例えば、1または2個の $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、 $C_{6-14}$ アリール-カルボニルなどで置換されていてもよいアミノ基)、(4)置換基を有していてもよい4ないし10員複素環基(例えば、オキソ基を有していてもよい、炭素原子以外に窒素原子、酸素原子、硫黄原子などから選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を有する4ないし10員複素環基(例、フタルイミド、イミダゾリニル、ピペリジニル、ピロリジニル))、(5)置換基を有していてもよいメルカプト基(例えば、 $C_{1-6}$ アルキルなどで置換されていてもよいメルカプト基)、(6) $C_{1-6}$ アルキル-スルフィニル基、(7) $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基などで置換されていてもよい炭化水素基(特に、 $C_{1-6}$ アルキル基)が用いられる。

- なかでも、(1)ハロゲン原子(特に、臭素原子)、(2)ヒドロキシ、(3) $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルオキシ(例、アセトキシ)、(4)アミノ、(5)オキソ基を有していてもよい4ないし10員複素環基(炭素原子以外に窒素原子、酸素原子、硫黄原子などから選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を有する4ないし10員複素環基(例、フタルイミド、イミダゾリニル、ピペリジニル、ピロリジニル))などで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル基などが好ましく、さらにはハロゲン原子(特に、臭素原子)を有していてもよい $C_{1-6}$ アルキル基(例、メチル、エチルなど)などが好ましく、特にメチル基が好適である。

- $R^2$ および $R^3$ で示される「アシル基」としては、a環の置換基として例示される「アシル基」と同様のものが用いられ、なかでも $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基が好ましく、特にメトキシカルボニル基が好適である。

$R^2$ と $R^3$ が隣接する炭素原子と共に形成する3ないし8員環としては、例えば、3ないし8員同素環または複素環が用いられる。

- $R^2$ と $R^3$ が隣接する炭素原子と共に形成する3ないし8員同素環としては、炭素原子からなる3ないし8員の環状炭化水素が用いられ、具体的には、 $C_{3-8}$ シクロアルカン(例えば、シクロプロパン、シクロブタン、シクロペンタン、シクロヘキサン、シクロヘプタン、シクロオクタン)、 $C_{3-8}$ シクロアルケン(例えば、

シクロブテン、シクロペンテン、シクロヘキセン、シクロヘプテン、シクロオクテン)などが挙げられる。なかでも $C_{3-8}$ シクロアルカンが好ましく、特にシクロペンタン、シクロヘキサンなどの5または6員の同素環（特に、シクロヘキサン）が好ましい。

- 5  $R^2$ と $R^3$ が隣接する炭素原子と共に形成する3ないし8員複素環としては、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれた1種または2種のヘテロ原子を1個以上（例えば、1個ないし4個、好ましくは1個ないし3個）含む5ないし8員の脂肪族複素環（好ましくは5または6員の脂肪族複素環）などが用いられる。
- 10 より具体的には、例えば、ピペリジン、ピペラジン、モルホリン、チオモルホリン、ピロリジン、イミダゾリジン環などの炭素原子および窒素原子以外に、窒素原子、酸素原子および硫黄原子から選ばれたヘテロ原子を1個ないし3個含む5ないし8員（好ましくは5または6員）の脂肪族複素環などが用いられる。
- 15 これらの $R^2$ と $R^3$ が隣接する炭素原子と共に形成する3ないし8員同素または複素環は、前記した $R^1$ で示される複素環が有していてもよい置換基と同様の置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。置換基としては、 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{6-14}$ アリール、 $C_{7-16}$ アラルキル、アミノ、モノ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ、モノ- $C_{6-14}$ アリールアミノ、ジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ、ジ- $C_{6-14}$ アリールアミノ、
- 20 4ないし10員複素環基（例、炭素原子以外に、窒素原子、酸素原子および硫黄原子から選ばれたヘテロ原子を1個ないし3個含む4ないし10員（好ましくは5または6員）の複素環）などから選ばれる1ないし3個が好ましい。
- 上記した中でも、 $R^2$ および $R^3$ としては、それぞれハロゲン原子などで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル基、 $C_{1-6}$ アルコキシカルボニル基が好ましく、特にメチル基、メトキシカルボニル基が好適である。
- 25

さらに、 $R^2$ と $R^3$ が隣接する炭素原子と共に $C_{3-8}$ シクロアルカン、好ましくはシクロペンタン、シクロヘキサンなどの5または6員の同素環（特に、シクロヘキサン）を形成する場合も好ましい。

R<sup>4</sup>で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

R<sup>4</sup>で示される炭化水素基としては、C<sub>1-6</sub>アルキル基（例、メチル、エチル、プロピル、イソプロピルなど）、C<sub>2-6</sub>アルケニル基（例、2-メチル-2-プロペニルなど）が好ましく、特にメチル、イソプロピルなどのC<sub>1-3</sub>アルキル基が好ましい。

該炭化水素基の置換基としては、(1)ハロゲン原子（例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素）、(2)シアノ基、(3)低級アルコキシ基（例、メトキシ、エトキシなどのC<sub>1-6</sub>アルコキシなど）、(4)ヒドロキシ基、(5)アミノ基、(6)モノ-低級アルキルアミノ基（例、メチルアミノ、エチルアミノなどのモノ-C<sub>1-6</sub>アルキルアミノ基など）、(7)ジ-低級アルキルアミノ基（例、ジメチルアミノ、ジエチルアミノなどのジ-C<sub>1-6</sub>アルキルアミノ基など）、(8)オキソを有していてもよい炭素原子以外に、窒素原子、酸素原子および硫黄原子から選ばれたヘテロ原子を1個ないし3個含む4ないし10員複素環（例、ピペリジノ、2-イソインドリニルなど）、(9)C<sub>6-14</sub>アリールチオ（例、フェニルチオなど）、(10)ウレイド、(11)カルボキシ、(12)カルバモイル、(13)C<sub>1-6</sub>アルコキシ-カルボニル（例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど）、(14)モノ-C<sub>1-6</sub>アルキル-カルバモイル（例、メチルカルバモイル、エチルカルバモイルなど）、(15)ホルミルアミノ、(16)C<sub>1-6</sub>アルキル-カルボキサミド（例、アセトアミド、プロピオンアミドなど）などが好ましい。

R<sup>4</sup>で示される「アシル基」としては、a環の置換基として例示した「アシル基」と同様のものが用いられ、具体的には、(1)ホルミル、(2)C<sub>1-6</sub>アルキル-カルボニル基（例、アセチル、プロピオニルなど）、(3)C<sub>6-14</sub>アリール-カルボニル基（例、ベンゾイルなど）、(4)C<sub>7-16</sub>アラキル-カルボニル基（例、フェニルアセチルなど）、(5)C<sub>1-6</sub>アルコキシ-カルボニル基（例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど）、(6)カルバモイル基、(7)モノ-またはジ-C<sub>1-6</sub>アルキル-カルバモイル基（例、メチルカルバモイル、ジメチルカルバモイルなど）、(8)モノ-またはジ-C<sub>1-6</sub>アルキル-チオカルバモイル基（例、メチルチオカルバモイル、ジメ



チルチオカルバモイルなど)、(9)C<sub>1-6</sub>アルキル-スルホニル基(例、メチルスルホニルなど)、(10)C<sub>1-6</sub>アルキル-スルフィニル基(例、メチルスルフィニルなど)などが用いられ、なかでもホルミルが好ましい。

- 5 R<sup>4</sup>で示される「置換基を有していてもよいヒドロキシ基」としては、例えば、式-OR<sup>4'</sup> (R<sup>4'</sup>は水素原子、置換基を有していてもよい炭化水素基またはアシル基を示す)で表される基などが用いられる。

R<sup>4'</sup>で示される置換基を有していてもよい炭化水素基としては、a環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられ、なかでもC<sub>1-6</sub>アルキルなどが好ましい。

- 10 R<sup>4'</sup>で示されるアシル基としては、a環の置換基として例示した「アシル基」と同様のものが用いられ、なかでもC<sub>1-6</sub>アルキル-カルボニルなどが好ましい。

R<sup>4</sup>としては、特に水素原子、シアノ基、シアノで置換されていてもよいC<sub>1-6</sub>アルキル基、ホルミルなどが好ましく、特に水素原子が好ましい。

- 15 R<sup>5</sup>で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

- R<sup>5</sup>で示される炭化水素基としては、C<sub>1-6</sub>アルキル基(例、メチル、エチルなど)、C<sub>2-6</sub>アルケニル基(例、アリル、2-メチル-2-プロペニルなど)、C<sub>2-6</sub>アルキニル基(例、プロパルギルなど)、C<sub>3-6</sub>シクロアルキル基(例、シクロペンチルなど)、20 C<sub>6-14</sub>アリール基(例、フェニルなど)、C<sub>7-16</sub>アラルキル基(例、ベンジル、3-フェニルプロピル、5-フェニルペンチルなど)などが好ましく、特にC<sub>1-6</sub>アルキル基(特に、メチル)が好適である。

- 該炭化水素基の置換基としては、(1)ハロゲン原子(例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素)、(2)ヒドロキシ基、(3)アミノ基、(4)カルボキシ、(5)カルバ25 モイル、(6)C<sub>1-6</sub>アルコキシ-カルボニル(例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど)、(7)モノ-C<sub>1-6</sub>アルキル-カルバモイル(例、メチルカルバモイル、エチルカルバモイルなど)、(8)ジ-C<sub>1-6</sub>アルキル-カルバモイル(例、ジメチルカルバモイル、ジエチルカルバモイルなど)、(9)オキソを有していてもよい炭素

原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環基（例、ピリジル、2-イソインドリニルなど）、(10)  $C_{6-14}$ アリール基（例、フェニルなど）などが好ましい。

- $R^5$ で示される「アシル基」としては、a環の置換基として例示した「アシル基」
- 5 と同様のものが用いられ、このアシル基はさらに置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。なかでも、(1)ホルミル、(2)  $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル基（例、アセチル、プロピオニルなど）、(3)  $C_{6-14}$ アリール-カルボニル基（例、ベンゾイルなど）、(4)  $C_{7-16}$ アラルキル-カルボニル基（例、フェニルアセチルなど）、(5)  $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基（例、
- 10 メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど）、(6)カルバモイル基、(7)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル基（例、メチルカルバモイル、ジメチルカルバモイルなど）、(8)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-チオカルバモイル基（例、メチルチオカルバモイル、ジメチルチオカルバモイルなど）、(9)  $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基（例、メチルスルホニルなど）、(10)  $C_{1-6}$ アルキル-スルフィニル基
- 15 （例、メチルスルフィニルなど）などが好ましい。

$R^5$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、a環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが用いられる。

- なかでも、 $R^5$ で示される複素環基としては、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし4個のヘテロ原子を含有する4ないし10員芳香族複素環基（例、テトラゾリルなど）などが好ましい。
- 20

該複素環基の置換基としては、 $C_{6-14}$ アリール基（例、フェニルなど）などが好ましい。

- $R^5$ で示されるハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子が用いられ、なかでも塩素原子などが好ましい。
- 25

$R^5$ はXの種類によって、次のような場合が好ましい。

[X=酸素原子の時]

(i)水素原子、(ii)  $C_{1-6}$ アルキル基（例、メチル、エチル、イソプロピル、ブチル

- など) [この $C_{1-6}$ アルキル基は(1)ハロゲン原子、(2)ヒドロキシ基、(3)アミノ基、(4)カルボキシ、(5)カルバモイル、(6) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、(7)モノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、(8)ジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、(9)オキソを有していてもよい炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員芳香族複素環基(例、ピリジル、2-イソインドリニルなど)などから選ばれる置換基を有していてもよい]、
- (iii) $C_{2-6}$ アルケニル基(例、アリル、2-メチル-2-プロペニルなど) [この $C_{2-6}$ アルケニル基は $C_{6-14}$ アリール(例、フェニル)を有していてもよい]、(iv) $C_{2-6}$ アルキニル基(例、プロパルギルなど)、(v) $C_{3-6}$ シクロアルキル基(例、シクロペンチルなど)、(vi) $C_{7-16}$ アラルキル基(例、ベンジル、3-フェニルプロピル、5-フェニルペンチルなど)、(vii) $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル基(例、アセチルなど)、(viii) $C_{6-14}$ アリール-カルボニル基(例、ベンゾイルなど)、(ix) $C_{7-16}$ アラルキル-カルボニル基(例、フェニルアセチルなど)、(x) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基(例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど)、(xi)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-チオカルバモイル基(例、メチルチオカルバモイル、ジメチルチオカルバモイルなど)、(xii)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基(例、メチルスルホニルなど)、(xiii)炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし4個のヘテロ原子を含有する4ないし10員芳香族複素環基(例、テトラゾリルなど) [この複素環基は $C_{6-14}$ アリール(例、フェニル)を有していてもよい。]

[X=窒素原子の時]

- (i)水素原子、(ii) $C_{1-6}$ アルキル基(例、メチル、エチルなど) [この $C_{1-6}$ アルキル基は $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルを有していてもよい。]、(iii)ホルミル、(iv) $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル基(例、アセチル、プロピオニルなど)、(v) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基(例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど)、(vi)カルバモイル基、(vii)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル基(例、メチルカルバモイル、ジメチルカルバモイルなど)、(viii) $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基(例、メチルスルホニルなど)

[X=硫黄原子の時]

(i)  $C_{1-6}$ アルキル基 (例、メチル、エチルなど)、(ii) モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル基 (例、メチルカルバモイル、ジメチルカルバモイルなど)

[X=結合手の時]

- 5 (i) 水素原子、(ii)  $C_{1-6}$ アルキル基 (例、メチル)、(iii) ハロゲン原子 (例、塩素原子)、(iv)  $C_{6-14}$ アリール基 (例、フェニル)

$R^6$ および $R^7$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a 環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられ、なかでも $C_{1-6}$ アルキル基 (例、メチル、エチルなど) などが好ましく、特にメチル基が好適である。

- 10  $R^6$ と $R^7$ が隣接する炭素原子と共に形成する「置換基を有していてもよい3ないし8員環」としては、前記した $R^2$ と $R^3$ が隣接する炭素原子と共に形成する「置換基を有していてもよい3ないし8員環」と同様のものが用いられ、なかでも置換基を有していてもよい3ないし8員同素環が好ましく、なかでも $C_{3-8}$ シクロアルカン (例えば、シクロプロパン、シクロブタン、シクロペンタン、シクロヘキサン、シクロヘプタン、シクロオクタン) が好ましく、特にシクロペンタン、シクロヘキサンなどの5または6員の同素環 (特に、シクロペンタン) が好ましい。

- 20  $R^8$ および $R^9$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a 環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。なかでも(1)ハロゲン原子、(2)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル、(3)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ、(4)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキルチオ、(5)ヒドロキシ、(6)アミノ、(7)モノ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ、(8)ジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノなどから選ばれる置換基を1ないし5個有していてもよい $C_{1-6}$ アルキル基、 $C_{2-6}$ アルケニル基または $C_{2-6}$ アルキニル基が好ましく、特に $C_{1-6}$ アルキル基 (例、メチル、エチルなど) が好ましい。

$R^8$ および $R^9$ としては、例えば、水素原子、 $C_{1-6}$ アルキル基 (例、メチル、エチル) などが好ましく、特に水素原子が好ましい。

Xで示される酸化されていてもよい硫黄原子としては、S、SO、SO<sub>2</sub>が用いられ、なかでもS、SOが好ましい。

Xで示される「置換基を有していてもよい窒素原子」としては、前記Eで示される「置換基を有していてもよい窒素原子」と同様のものが用いられ、なかで

- 5 も(1)-NH-、(2)-N(C<sub>1-6</sub>アルキル)- (例、-N(メチル)-、-N(エチル)-、-N(プロピル)-、-N(イソプロピル)-など)、(3)-N(C<sub>6-14</sub>アリール)- (例、-N(フェニル)-、-N(2-ナフチル)-など)、(4)-N(C<sub>7-16</sub>アラルキル)- (例、-N(ベンジル)-、-N(フェネチル)-など)などが好ましく、特に-NH-、-N(メチル)-などが好適である。

- 10 Xとしては、結合手、O、S、SO、-NH-、-N(メチル)-などが好ましい。

Yは置換基を有していてもよいメチレン基を示す。

メチレン基の置換基としては、上記置換基A群から選ばれる基などが用いられ、なかでも1または2個のC<sub>1-6</sub>アルキル基(例、メチル、エチルなど)、ヒドロキシ基、C<sub>1-6</sub>アルコキシ基(例、メトキシなど)、オキソなどが好ましい。

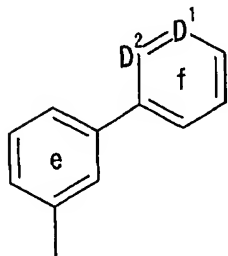
- 15 Yとしては、(1)1または2個のC<sub>1-6</sub>アルキル基(例、メチル、エチルなど)、ヒドロキシ基またはC<sub>1-6</sub>アルコキシ基(例、メトキシなど)を有していてもよいメチレン基または(2)カルボニル基が好ましく、なかでも1または2個のメチルまたはメトキシを有していてもよいメチレン基が好ましい。

nは0または1を示す。

- 20 本発明のエントリー阻害剤としては、例えば次のような化合物またはその塩を含有してなるものが好ましい。

[化合物(I')-I]

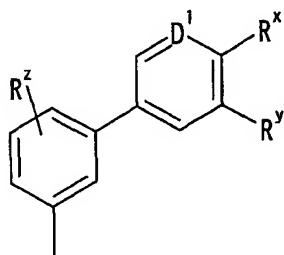
R<sup>1</sup>が式



- [式中、環 e および環 f は置換基を有していてもよく、D<sup>1</sup> および D<sup>2</sup> は、ともにメチンまたは一方がメチン、他方が窒素原子を示す] で表される基を、R<sup>2</sup> および R<sup>3</sup> がそれぞれ水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基を示し、R<sup>2</sup> と R<sup>3</sup> が隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい 3 ないし 8 員環を形成してもよく、
- 5 R<sup>4</sup> が水素原子、シアノ基、置換基を有していてもよい炭化水素基、アシル基または置換基を有していてもよいヒドロキシ基を、R<sup>5</sup> が水素原子、置換基を有していてもよい炭化水素基またはアシル基を、R<sup>6</sup> および R<sup>7</sup> が水素原子またはそれぞれ置換基を有していてもよい炭化水素基を示し、R<sup>6</sup> と R<sup>7</sup> が隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい 3 ないし 8 員環を形成してもよく、R<sup>8</sup> および R<sup>9</sup> が水素原子を、X が結合手、酸素原子または酸化されていてもよい硫黄原子を、Y が置換基を有していてもよいメチレン基を、n が 0 または 1 を示す化合物 (I') 。
- 10

[化合物 (I') -II]

R<sup>1</sup> が式

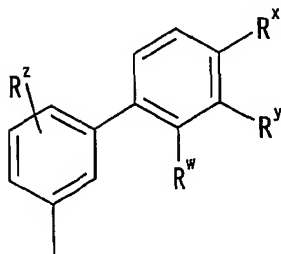


- 15 [式中、D<sup>1</sup> はメチンまたは窒素原子を、R<sup>x</sup> は (1) アミノ基、(2) 式-NHCOR<sup>x'</sup> (R<sup>x'</sup> は、(1') 水素原子、(2') C<sub>7-16</sub> アラルキル基または (3') モノ C<sub>1-6</sub> アシルアミノで置換されていてもよい C<sub>1-6</sub> アルキル基を示す) または式-COR<sup>x''</sup> (R<sup>x''</sup> は、(1') C<sub>1-6</sub> アルコキシ基、(2') ヒドロキシ基または (3') C<sub>1-6</sub> アルキルで置換されていてもよいアミノ基を示す) を、R<sup>y</sup> は (1) 水素原子、(2) ハロゲン原子または (3) C<sub>1-6</sub> アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基を、R<sup>2</sup> は (1) 水素原子、(2) ヒドロキシ基、(3) アミノ基、(4) C<sub>1-6</sub> アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよい C<sub>1-6</sub> アルコキシ基を示す] で表される基、R<sup>2</sup> が水素原子または C<sub>1-6</sub> アルキル基、R<sup>3</sup> が水素原子または C<sub>1-6</sub> アルキル基、R<sup>4</sup> が水素原子、R<sup>5</sup> が (1) 水素原子、(2) C<sub>1-6</sub> アルキル基、(3) C<sub>6-14</sub> アリール基または (4) ハロゲン化されていてもよい C<sub>1-6</sub> アルキルス
- 20

ルホニル基、 $R^6$ が水素原子または $C_{1-6}$ アルキル基、 $R^7$ が水素原子または $C_{1-6}$ アルキル基、 $R^8$ が水素原子、 $R^9$ が水素原子、 $X$ が結合手、酸素原子または硫黄原子、 $Y$ がメチレン基、 $-C(CH_3)_2-$ 、 $-CH(OCH_3)-$ 、 $-CH(OH)-$ またはカルボニル基、 $n$ が0または1である化合物(I')。

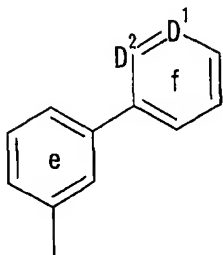
5   〔化合物(I')-III〕

$R^1$ が式



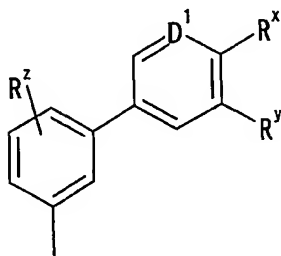
- 〔式中 $R^1$ は水素原子または $C_{1-6}$ アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基を、 $R^2$ は(1)アミノ基、(2)式 $-NHCOR^3$  ( $R^3$ は、(1')水素原子、(2') $C_{7-16}$ アラルキル、(3')モノ $C_{1-6}$ アシルアミノで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル基を示す)、(3)モノ $C_{1-6}$ アルキルカルバモイル基、(4)ヒドロキシ基または(5)(1')カルボキシ、(2') $C_{1-6}$ アルコキシカルボニルまたは(3')モノ $C_{1-6}$ アルキルカルバモイルで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ基を、 $R^3$ は(1)水素原子、(2)ハロゲン原子または(3) $C_{1-6}$ アルコキシカルボニル基を、 $R^4$ は(1)水素原子、(2)ヒドロキシ基、(3)アミノ基、(4) $C_{1-6}$ アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ基、(5)シアノ基、(6) $C_{1-6}$ アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基または(7)カルバモイル基を示す〕で表される基、 $R^5$ が水素原子または $C_{1-6}$ アルキル基、 $R^6$ が水素原子または $C_{1-6}$ アルキル基、 $R^7$ が(1)水素原子または(2)(1')シアノ、(2')カルボキシ、または(3') $C_{1-6}$ アルコキシカルボニルで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル基、 $R^8$ が(1)水素原子、(2) $C_{1-6}$ アルキル基または(3) $C_{6-14}$ アリール基、 $R^9$ が(1)水素原子または(2) $C_{1-6}$ アルキル基、 $R^8$ が水素原子、 $R^9$ が水素原子、 $X$ が結合手、酸素原子または硫黄原子、 $Y$ がメチレン基、 $-C(CH_3)_2-$ 、 $-CH(OCH_3)-$ 、 $-CH(OH)-$ またはカルボニル基、 $n$ が0または1である化合物(I')。

〔化合物(I'')-I〕

R<sup>1</sup>が式

- 〔式中、環 e および環 f は置換基を有していてもよく、D<sup>1</sup> および D<sup>2</sup> は、ともにメチンまたは一方がメチン、他方が窒素原子を示す〕で表される基、R<sup>2</sup> が水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基、R<sup>4</sup> が水素原子、シアノ基、置換基を有していてもよい炭化水素基、アシル基または置換基を有していてもよいヒドロキシ基、R<sup>5</sup> が水素原子、置換基を有していてもよい炭化水素基またはアシル基、R<sup>6</sup> および R<sup>7</sup> がそれぞれ水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基 (R<sup>6</sup> と R<sup>7</sup> が隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい 3 ないし 8 員環を形成してもよい)、R<sup>8</sup> および R<sup>9</sup> が水素原子、X が結合手、酸素原子または酸化されていてもよい硫黄原子、n が 0 または 1 である化合物(I'')。

〔化合物(I'')-II〕

R<sup>1</sup>が式

15

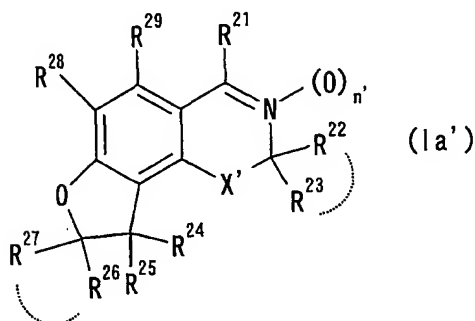
- 〔式中、D<sup>1</sup> はメチンまたは窒素原子を、R<sup>x</sup> はアミノ基、式-NHCOR<sup>x'</sup> (R<sup>x'</sup> は、水素原子、C<sub>7-14</sub> アラルキル基またはモノ C<sub>1-6</sub> アシルアミノで置換されていてもよい C<sub>1-6</sub> アラルキル基を示す) または式-COR<sup>x''</sup> (R<sup>x''</sup> は、C<sub>1-6</sub> アルコキシ基、ヒドロキシ基または C<sub>1-6</sub> アルキルで置換されていてもよいアミノ基を示す) を、R<sup>y</sup> は水素原子、ハロゲン原子または C<sub>1-6</sub> アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基を、R<sup>z</sup> は

20



- 水素原子、ヒドロキシ基、アミノ基、 $C_{1-6}$ アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ基を示す]で表される基、 $R^2$ が水素原子または $C_{1-6}$ アルコキシカルボニル基、 $R^4$ が水素原子、 $R^5$ が水素原子、 $C_{1-6}$ アルキルまたはハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキルスルホニル基、 $R^6$ が水素原子または $C_{1-6}$ アルキル基、 $R^7$ が水素原子または $C_{1-6}$ アルキル基、 $R^8$ が水素原子、 $R^9$ が水素原子、 $X$ が結合手、酸素原子または硫黄原子、 $n$ が0または1である化合物(I')。

また、 $a'$ 環、 $b'$ 環および $c'$ 環がそれぞれ置換基を有する化合物としては、具体的には、式



- 10 [式中、各記号は前記と同意義を示す]で表される化合物などが用いられる。

上記式中、 $R^{21}$ は(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基または(3)置換基を有していてもよい複素環基を示す。

$R^{21}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、 $a'$ 環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが

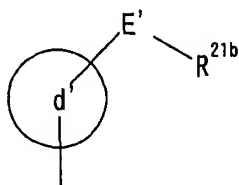
- 15 用いられる。

$R^{21}$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、 $a'$ 環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが用いられる。

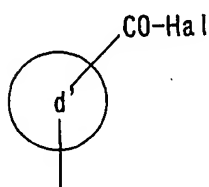
- 20  $R^{21}$ としては、(1)置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基、(2)置換基を有していてもよい複素環基、(3)置換基を有していてもよい脂肪族環状炭化水素基、(4)式 $-L'-R^{21a}$ 〔式中、 $L'$ はメチレン基またはカルボニル基を、 $R^{21a}$ は水素原子、置換基を有していてもよい芳香族基、置換基を有していてもよいヒドロキシ基または置換基を有していてもよいアミノ基を示す〕で表わされる基など

が好ましい。

また、この「置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基」および「置換基を有していてもよい複素環基」としては、式



- 5 [式中、 $R^{21b}$ は水素原子、置換基を有していてもよい炭化水素基または置換基を有していてもよい複素環基を、 $d'$  環は置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環または置換基を有していてもよい複素環を、 $E'$  は結合手、メチレン基、酸素原子、酸化されていてもよい硫黄原子、置換基を有していてもよい窒素原子または式  
 $-\text{CS}-\text{O}-$ 、 $-\text{CO}-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-\text{CO}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_{k'}$ 、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{NR}^{21c}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、 $-\text{NR}^{21c}-\text{SO}_2-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、  
 10  $-\text{SO}_2-\text{NR}^{21c}-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、 $-\text{O}-\text{CS}-\text{NR}^{21c}-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、 $-\text{NR}^{21c}-\text{CO}-\text{NR}^{21c}-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、  
 $-\text{NR}^{21c}-\text{CO}-\text{CH}_2-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、 $-\text{NR}^{21c}-$  [式中、 $R^{21c}$ は水素原子、置換基を有していてもよいアルキル基またはアシル基を、 $k'$  は0または1を、 $m'$  は0ないし3の整数を示す]  
 で表される基、式



- 15 [式中、Hal はハロゲン原子を、 $d'$  環は前記と同意義を示す] で表される基などが好ましく用いられる。

- $R^{21}$ の好ましい基である「芳香族炭化水素基」としては、例えば、炭素数6ないし14員の単環式あるいは縮合多環式芳香族炭化水素基 ( $\text{C}_{6-14}$ アリール基) などが用いられる。 $\text{C}_{6-14}$ アリール基としては、例えば、フェニル、1-ナフチル、2-  
 20 ナフチル、1-アントリル、2-アントリル、9-アントリル、1-フェナントリル、2-フェナントリル、3-フェナントリル、4-フェナントリル、9-フェナントリルなどが用いられ、なかでも、フェニル、1-ナフチル、2-ナフチルなどが好まし

く、特にフェニルなどが好適である。

- この「芳香族炭化水素基」の置換基としては、前記した置換基A群から選ばれる1ないし5個、好ましくは1ないし3個が用いられる。これら置換基の中でも、(1)ハロゲン原子、(2)ニトロ基、(3) $C_{1-6}$ アルキル基（メチル、イソプロピル、  
5 tert-ブチルなど）〔この $C_{1-6}$ アルキル基は、ハロゲン原子、シアノ、カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルオキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、5または6員複素環（例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし  
3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環）- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、  
10  $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルボキシなどから選ばれる置換基を有していてもよい〕、(4) $C_{3-6}$ シクロアルキル基（例、シクロヘキシル）、(5) $C_{6-14}$ アリール基（例、フェニル）〔この $C_{6-14}$ アリール基は、アミノ、カルボキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルバモイル、モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキルカルバモイル、ホルミルアミノ、ハロゲン原子またはカルボキシを有  
15 していてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ（例、アセチルアミノ、プロピオニルアミノ、トリフルオロアセチルアミノ、ピバロイルアミノ）、 $C_{6-14}$ アリール-カルボニルアミノ（例、ベンゾイルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルアミノ（例、メトキシカルボニルアミノ）、ウレイド、モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキルウレイド、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ（例、メチルスルホニルアミノ）、( $C_{1-6}$   
20 アルキル) ( $C_{1-6}$ アルキルスルホニル) アミノ（例、メチル（メチルスルホニル）アミノなど）、( $C_{1-6}$ アルキル) ( $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル) アミノ（例、メチル（アセチル）アミノなど）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキルアミノ（例、2-エトキシカルボニル-2-プロピルアミノなど）、 $C_{7-15}$ アラルキルオキシ-カルボニルアミノ（例、ベンジルオキシカルボニルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル  
25 アミノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ（例、アセチルアミノアセチルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルキルチオ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ（例、メチルチオアセチルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルキル-スルフィニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ（例、メチルスルフィニルアセチルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルボ

- ニルアミノ（例、メチルスルホニルアセチルアミノ）、 $C_{6-14}$ アリールオキシ-カルボニルアミノ（例、フェノキシカルボニルアミノ）、ヒドロキシ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル（例、ヒドロキシメチルカルバモイル、ヒドロキシエチルカルバモイル）などから選ばれる置換基を有していてもよく、特にアミノ、カルボキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルバモイル、モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキルカルバモイル、ホルミルアミノ、ハロゲン原子またはカルボキシを有していてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ（例、アセチルアミノ、プロピオニルアミノ、トリフルオロアセチルアミノ、ピバロイルアミノ）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルアミノ（例、メトキシカルボニルアミノ）、ウレイド、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ（例、メチルスルホニルアミノ）、 $(C_{1-6}$ アルキル)  $(C_{1-6}$ アルキルスルホニル) アミノ（例、メチル（メチルスルホニル）アミノなど）、 $(C_{1-6}$ アルキル)  $(C_{1-6}$ アルキル-カルボニル) アミノ（例、メチル（アセチル）アミノなど）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキルアミノ（例、2-エトキシカルボニル-2-プロピルアミノなど）、 $C_{7-15}$ アラルキルオキシ-カルボニルアミノ（例、ベンジロキシカルボニルアミノ）などから選ばれる置換基を有していてもよい」、
- (6)ハロゲン原子または $C_{1-6}$ アルコキシ- $C_{6-14}$ アリールを有していてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ基（例、メトキシ、トリフルオロメトキシ、イソプロポキシ、2-（4-メトキシフェニル）エトキシなど）、(7) $C_{6-14}$ アリールオキシ基（例、フェノキシ）、(8)カルバモイルを有していてもよい $C_{1-6}$ アルキルチオ基（例、メチルチオ、カルバモイルメチルチオ）、(9)カルバモイルを有していてもよい $C_{1-6}$ アルキルスルフィニル基（例、メチルスルフィニル、カルバモイルメチルスルフィニル）、(10) $C_{6-14}$ アリールチオ基（例、フェニルチオ）、(11)ヒドロキシ基、(12)炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし4個のヘテロ原子を含有する4ないし14員複素環基（例、ピロリジニル、ピペリジル、イソインドリル、フリル、チエニル、ピリジル、キノリル、ベンゾフラニル、ピリミジニル、テトラゾリル、イミダゾリジニル、イソチアゾリジニル、チアジアゾリジニル、アゼチニルなど）[この複素環基は、オキソ、カルボキシ- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルオキシ- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アル

- コキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキルなどから選ばれる置換基を有していてもよい]、(13)カルボキシ基、(14)式-CO-Hal (Halはハロゲン原子を示す)で表される基(例、クロロホルミル)、(15) $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル基(例、アセチルなど)、(16) $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基(例、メチルスルホニルなど)、(17) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基(例、メトキシカルボニルなど)、(18)スルファモイル基[このスルファモイル基は、 $C_{1-6}$ アルキル、カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル、オキソ基を有していてもよい5ないし7員複素環基(例、ピリジル、ピロリジニル、ヘキサヒドロアゼピニルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5ないし7員複素環基)- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノ- $C_{6-14}$ アリールなどから選ばれる置換基を1または2個有していてもよい]、(19)式-NR<sup>a'</sup>R<sup>b'</sup>で表わされる基[R<sup>a'</sup>およびR<sup>b'</sup>はそれぞれ(i)水素原子、(ii) $C_{1-6}$ アルキル、(iii)5または6員複素環(例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環)- $C_{1-6}$ アルキル、(iv) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル、(v)ジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ-メチレン-スルファモイル- $C_{1-6}$ アルキル、(vi)カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル、(vii)スルファモイル- $C_{1-6}$ アルキル、(viii) $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル、(ix) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、(x)ジ- $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{2-6}$ アルケニル、(xi) $C_{6-14}$ アリール、(xii)5または6員複素環基(例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環基)[この5または6員複素環基は、アミノ、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボキサミド、 $C_{1-6}$ アルキル-スルホニルアミノなどから選ばれる置換基を有していてもよい]、(xiii)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xiv) $C_{1-6}$ アルキルチオ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xv) $C_{1-6}$ アルキルスルフィニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xvi) $C_{1-6}$ アルキルスルホニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xvii)アミノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xviii)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル

- アミノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xix) $C_{6-14}$ アリール-カルボニル、(xx)カルボキシ- $C_{6-14}$ アリール-カルボニル、(xxi) $C_{1-6}$ アルキルでエステル化されていてもよいホスホノ- $C_{1-6}$ アルキル- $C_{6-14}$ アリール-カルボニル、(xxii)ハロゲン原子、オキソまたは $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルを有していてもよい5または6員複素環(例、
- 5 ピロリジニル、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環)-カルボニル、(xxiii)5または6員複素環(例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環)- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xxiv) $C_{6-14}$ アリール-オキシ-カルボニル、(xxv)カルボキシ- $C_{1-6}$ アルキル、(xxvi)カルバモイル、(xxvii)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキルカルバモイル、(xxviii) $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルアミノを有していてもよい $C_{6-14}$ アリールカルバモイル、(xxix)5または6員複素環(例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素
- 15 環)-カルバモイル、(xxx) $C_{2-6}$ アルケニル-カルボニル、(xxxi)オキソ基を有していてもよい5または6員複素環(例、ピロリジニルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環)-アミノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xxxii)(オキソ基を有していてもよい5または6員複素環(例、ピロリジニルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環)) ( $C_{1-6}$ アルキル)アミノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xxxiii)(オキソ基を有していてもよい5または6員複素環(例、ピロリジニルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環)) ( $C_{1-6}$ アルキルカルボニル)アミノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル、(xxxiv) $C_{1-6}$ アルキルチオ- $C_{1-6}$ アルキルカルボニル(硫黄原子は酸化されていてもよい)、(xxxv)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキルスルホニル、(xxxvi)スルファモイル、(xxxvii) $C_{1-6}$ アルキルスルファモイルなどを示す]、(20)式-C(=O)NR<sup>c'</sup>R<sup>d'</sup>で表わされる基
- 25

[R<sup>e</sup> および R<sup>d</sup> はそれぞれ (i) 水素原子、(ii) C<sub>1-6</sub> アルキル、(iii) 5 または 6 員複素環 (例、ピリジル、イミダゾリルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) -C<sub>1-6</sub> アルキル、(iv) カルボキシ-C<sub>1-6</sub> アルキル、(v) C<sub>1-6</sub> アルコキシ-カルボニル-C<sub>1-6</sub> アルキル、(vi) ジ-C<sub>1-6</sub> アルキルアミノ-C<sub>1-6</sub> アルキル、(vii) カルバモイル-C<sub>1-6</sub> アルキル、(viii) C<sub>1-6</sub> アルキルカルバモイル-C<sub>1-6</sub> アルキル、(ix) 5 または 6 員複素環 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) -C<sub>1-6</sub> アルキルカルバモイル-C<sub>1-6</sub> アルキル、(x) 5 または 6 員複素環 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) -アミノ-C<sub>1-6</sub> アルキル、(xi) スルファモイル-C<sub>6-14</sub> アリール-C<sub>1-6</sub> アルキル、(xii) C<sub>1-6</sub> アルコキシを有していてもよい C<sub>6-14</sub> アリール、(xiii) C<sub>1-6</sub> アルキルでエステル化されていてもよいホスホノ-C<sub>1-6</sub> アルキル-C<sub>6-14</sub> アリール、(xiv) 4 ないし 10 員複素環基 (例、アゼチニル、ピロリジニル、ピペリジル、ヘキサヒドロアゼピニル、ピリジル、ピリミジニル、ピラジニル、ピリダジニル、1-アザビシクロ[2.2.2]オクト-3-イルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 4 ないし 10 員複素環) [この 4 ないし 10 員複素環基は、ハロゲン原子、C<sub>1-6</sub> アルキル、オキソなどから選ばれる置換基を 1 ないし 2 個有していてもよい]、(xv) C<sub>6-14</sub> アリール-カルバモイル-C<sub>1-6</sub> アルキル、(xvi) ヒドロキシ-C<sub>1-6</sub> アルキル、(xvii) オキソ基を有していてもよい 5 または 6 員複素環 (例、ピロリニジル、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環) -カルバモイル-C<sub>1-6</sub> アルキルなどを示す。R<sup>e</sup> としては水素原子が好ましい。]、(21) シアノ基、(22) モノ-またはジ-C<sub>1-6</sub> アルキルカルバモイルチオ基 (例、ジメチルカルバモイルチオ)、(23) モノ-またはジ-C<sub>1-6</sub> アルキルチオカルバモイルオキシ基 (例、ジメチルチオカルバモイルオキシ) などが好ましい。

R<sup>21</sup> の好ましい基として示される「複素環基」としては、ピリジル、チエニル、

フリル、イミダゾリル、チアゾリル、キノリル、1,2-ジヒドロピリジル、ジヒドロベンゾフラニル、ベンゾジオキサリル、ベンゾチアゾリル、ピペリジル、ピペラジニルなどが好ましく、特にピリジル、1,2-ジヒドロピリジルなどが好適である。

- 5 この「複素環基」の置換基としては、(1)ハロゲン原子、(2) $C_{1-6}$ アルキル基(例、メチル、エチルなど)〔このアルキルは、カルボキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-アミノ、ジ- $C_{1-6}$ アルキル-アミノ、カルバモイル、ヒドロキシを有していてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、オキソを有していてもよい4ないし10員複素環基(例、ピリジル、キノリルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環基)、4ないし10員複素環(例、ピリジル、キノリルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環)-カルバモイル、カルバモイル- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイルなどから選ばれる置換基を有していてもよい〕(3) $C_{1-6}$ アルコキシ基(例、メトキシ)、(4) $C_{6-14}$ アリール基(例、フェニル)、(5) $C_{7-16}$ アラルキル基(例、ベンジル)〔この $C_{7-16}$ アラルキルは、カルボキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルバモイル、ヒドロキシを有していてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、4ないし10員複素環(例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環)-カルバモイルなどから選ばれる置換基を有していてもよい〕、(6)4ないし10員複素環基(例、ピリジル、キノリル、イソキノリルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環基)〔この4ないし10員複素環基は、 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルバモイル、オキソ、4ないし10員複素環基(例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環基)などから選ばれる置換基を有していてもよい〕、(7)オキソ基、(8)オキシド基などから選ばれる1ないし5



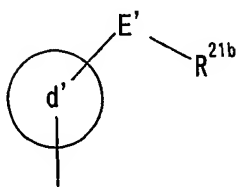
個、好ましくは1ないし3個の置換基が好ましい。

$R^{21}$ がオキシド基を有する複素環基としては、例えば、N-オキシド化ピリジルなどが好ましい。

- 5  $R^{21}$ の好ましい基として示される「脂肪族環状炭化水素基」としては、例えば、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどの $C_{3-6}$ シクロアルキル基などが用いられ、特にシクロペンチル、シクロヘキシルが好ましい。

この「脂肪族環状炭化水素基」は前記した $R^{21}$ で示される炭化水素基が有していてもよい置換基と同様の置換基を有していてもよい。

- 10  $R^{21}$ の好ましい基として例示される「置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基」および「置換基を有していてもよい複素環基」としては、式



〔各記号は前記と同意義を示す〕で表わされる基が好ましく用いられる。

- 15  $R^{21b}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a' 環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。なかでも、(1) $C_{1-6}$ アルキル基（メチル、イソプロピル、tert-ブチルなど）〔この $C_{1-6}$ アルキル基は、ハロゲン原子、シアノ、ヒドロキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、ジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ、ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル-アミノ、カルボキシ、カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルオキシ、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、5または6員複素環（例、ピリジル、イミダゾリルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環）- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキルチオ、 $C_{1-6}$ アルキルスルフィニル、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ、5または
- 25 6員複素環（例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原

- 子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する 5 または 6 員複素環)  
 $-C_{1-6}$ アルキルカルバモイル、5 または 6 員複素環 (例、ピリジルなどの炭素原子  
 以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原  
 子を含む 5 または 6 員複素環) -アミノ、スルファモイル- $C_{6-14}$ アリール、カ  
 5 ルボキシ- $C_{6-14}$ アリール、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{6-14}$ アリール、カルバモイ  
 ル- $C_{6-14}$ アリール、ヒドロキシを有していてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル  
 - $C_{6-14}$ アリール、4 ないし 10 員複素環 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒  
 素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含む  
 4 ないし 10 員複素環) -カルバモイル- $C_{6-14}$ アリールなどから選ばれる置換  
 10 基を有していてもよい]、(2)  $C_{3-6}$ シクロアルキル基 (例、シクロヘキシル)、(3)  $C_{6-14}$   
 アリール基 (例、フェニル) [この $C_{6-14}$ アリール基は、 $C_{1-6}$ アルコキシ (例、メ  
 トキシ)、アミノ、カルボキシ、ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-カル  
 ボニルアミノ (例、アセチルアミノ、トリフルオロアセチルアミノ)、 $C_{1-6}$ アル  
 コキシ-カルボニルアミノ (例、メトキシカルボニルアミノ)、ホルミルアミノ、  
 15 ウレイド、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニルアミノ (例、メチルスルホニルアミノ)、( $C_{1-6}$   
 アルキル) ( $C_{1-6}$ アルキルスルホニル) アミノ (例、メチル (メチルスルホニル)  
 アミノなど)、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキルアミノ (例、2-エトキシ  
 カルボニル-2-プロピルアミノなど)、 $C_{1-6}$ アルキルでエステル化されていてもよ  
 いホスホノ- $C_{1-6}$ アルキル、モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、 $C_{7-16}$ アラ  
 20 ルキルオキシ-カルボニルアミノ (例、ベンジルオキシカルボニルアミノなど)、  
 $C_{7-16}$ アラルキル-カルボニルアミノ (例、フェニルアセチルアミノなど) などか  
 ら選ばれる置換基を有していてもよい] または (4)  $C_{2-6}$ アルケニル基などが好まし  
 い。

- $R^{21b}$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、a' 環の置換  
 25 基として例示した「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが用い  
 られる。なかでも、ハロゲン原子、 $C_{1-6}$ アルキル、カルボキシ- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$   
 アルコキシ-カルボニル- $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、カルバモイ  
 ル、オキソ、4 ないし 10 員複素環基 (例、ピリジルなどの炭素原子以外に窒

素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環基)などから選ばれる1ないし2個の置換基で置換されていてもよい、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし4個のヘテロ原子を含有する5ないし14員複素環基(例、アゼチニル、ピロリジニル、ピペリジル、イソチアゾリジニル、チアジアゾリジニル、ヘキサヒドロアゼピニル、フリル、チエニル、ピリジル、キノリル、イソキノリル、ベンゾフラニル、ピリミジニル、テトラゾリル、イミダゾリジニル、ピラジニル、ピリダジニルなど)などが好ましい。

d' 環で示される芳香族炭化水素環としては、例えば、炭素数6ないし14員の単環式あるいは縮合多環式芳香族炭化水素環( $C_{6-14}$ アリール環)などが用いられる。 $C_{6-14}$ アリール環としては、例えば、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、フェナントレン環などが用いられ、なかでも、ベンゼン環、ナフタレン環などが好ましく、特にベンゼン環が好適である。

これら芳香族炭化水素環は、前記した置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。

d' 環で示される複素環としては、例えば、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個(好ましくは1ないし3個)含む5ないし14員複素環などが用いられ、具体的には、(a) 5ないし14員芳香族複素環、(b) 5ないし14員脂肪族複素環、(c) 5ないし14員複素環とベンゼン環との2または3環性縮合環などが用いられる。

該5ないし14員芳香族複素環としては、例えば、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個(好ましくは1ないし3個)含む5ないし14員芳香族複素環などが用いられ、具体的には、チオフェン、フラン、インドリジン、ピロール、イミダゾール、トリアゾール、チアゾール、オキサゾール、ピラゾール、ピリジン、N-オキシド化ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、プリン、4H-キノリジン、ナフチリジン、イソチアゾール、イソオキサゾール、フラザンなどが挙げられる。なかでも、ピリジン、チオフェン、フランなどが好ましく用いられる。

該5ないし14員脂肪族複素環としては、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個（好ましくは1ないし3個）を含む5ないし14員脂肪族複素環などが用いられ、具体的には、ピロリジン、ピペリジン、ピペラジン、モルホリン、チオモルホリン、1,2-ジヒドロピリジン、イミダゾリジンなどが挙げられる。

該5ないし14員複素環とベンゼン環との2または3環性縮合環としては、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子から選ばれるヘテロ原子を1ないし4個（好ましくは1ないし3個）を含む複素環とベンゼン環との2または3環性縮合環などが用いられ、具体的には、ベンゾ〔b〕チオフェン、ベンゾフラン、1H-ベンズイミダゾール、ベンズオキサゾール、ベンゾチアゾール、1,2-ベンズイソチアゾール、ナフト〔2,3-b〕チオフェン、チアントレン、キサンテン、フェノキサチン、インドール、イソインドール、1H-インダゾール、イソキノリン、キノリン、フタラジン、キノキサリン、キナゾリン、シンノリン、カルバゾール、 $\beta$ -カルボリン、フェナントリジン、アクリジン、フェナジン、フェノチアジン、フェノキサジン、イソクロマン、ジヒドロベンゾフランなどが挙げられる。

なかでもd'環で示される複素環としては、ピリジン、チオフェン、フラン、イミダゾール、チアゾール、キノリン、N-オキシド化ピリジン、1,2-ジヒドロピリジン、ジヒドロベンゾフラン、ベンゾジオキサール、ベンゾチアゾール、ピペリジン、ピペラジンなどが好ましく、特にピリジン、1,2-ジヒドロピリジンなどが好適である。

これら複素環は、前記した置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。

E'で示される「酸化されていてもよい硫黄原子」としては、S、SO、SO<sub>2</sub>が用いられる。

E'で示される置換基を有していてもよい窒素原子としては、例えば、(i)水素原子、(ii)置換基を有していてもよい炭化水素基、(iii)アシル基などを1個有していてもよい窒素原子などが用いられる。

該「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a' 環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

該「アシル基」としては、a' 環の置換基として例示した「アシル基」と同様のものが用いられ、このアシル基はさらに置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。

Eで示される式 $-\text{CS}-\text{O}-$ 、 $-\text{CO}-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-\text{CO}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_{k'}-\text{CO}-$ 、 $-\text{NR}^{21c}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、 $-\text{NR}^{21c}-\text{SO}_2-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、 $-\text{SO}_2-\text{NR}^{21c}-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、 $-\text{O}-\text{CS}-\text{NR}^{21c}-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、 $-\text{NR}^{21c}-\text{CO}-\text{NR}^{21c}-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、 $-\text{NR}^{21c}-\text{CO}-\text{CH}_2-(\text{CH}_2)_{m'}$ 、 $-\text{NR}^{21c}-$ 〔式中、 $\text{R}^{21c}$ は水素原子、置換基を有していてもよいアルキル基またはアシル基を、 $k'$ は0または1を、 $m'$ は0ないし3の整数を示す〕で表わされる基において、 $\text{R}^{21c}$ で示されるアルキル基としては、例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ペンチル、ヘキシルなどの $\text{C}_{1-6}$ アルキル基などが用いられる。

$\text{R}^{21c}$ で示されるアルキル基は、前記した置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。

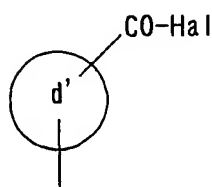
$\text{R}^{1c}$ で示されるアシル基としては、a' 環の置換基として例示した「アシル基」と同様のものが用いられ、このアシル基はさらに置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。

$k'$ は0または1を示し、特に0が好ましい。

$m'$ は0ないし3の整数を示し、なかでも0または1が好ましい。

上記したなかでも、E'としては、(i)結合手、(ii)メチレン、(iii)O、(iv)S、(v)SO、(vi)SO<sub>2</sub>、(vii)-NH-、(viii)-N( $\text{C}_{1-6}$ アルキル)-（例、-N(メチル)-など）、(ix)-N( $\text{C}_{1-6}$ アルキル-カルボニル)-（例、-N(アセチル)-など）、(x)-N( $\text{C}_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル)-（例、-N(エトキシカルボニル)-など）、(xi)-N( $\text{C}_{1-6}$ アルキル-スルホニル)-（例、-N(メチルスルホニル)-など）、(xii)-CO-O-、(xiii)-S-CO-、(xiv)- $(\text{CH}_2)_{k'}$ -CO-〔式中、 $k'$ は0または1を示す〕で表される基、(xv)- $\text{NR}^{1'}$ -CO- $(\text{CH}_2)_{m'}$ -〔式中、 $\text{R}^{1'}$ は水素原子または $\text{C}_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル（例、メトキシカルボニル）または炭素原子以外に窒素原子、酸素原子、

- 硫黄原子等から選ばれる 1 ないし 3 個のヘテロ原子を含有する複素環基（例、ピリジル）で置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基を、 $m1'$  は 0 ないし 3 の整数を示す] で表される基、 $(xvi)-NR^{g'}-SO_2-(CH_2)_{m2'}$  - [式中、 $R^{g'}$  は水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル-スルホニル基（例、メチルスルホニル）を、 $m2'$  は 0 を示す] で表される基、 $(xvii)-SO_2-NR^{h'}-(CH_2)_{m3'}$  - [式中、 $R^{h'}$  は水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基（例、メチル）を、 $m3'$  は 0 または 1 を示す] で表される基、  
 $(xviii)-O-CS-NR^{i'}-(CH_2)_{m4'}$  - [式中、 $R^{i'}$  は水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基（例、メチル）を、 $m4'$  は 0 または 1 を示す] で表される基、  
 $(xix)-NR^{j'}-CO-NR^{k'}-(CH_2)_{m5'}$  - [式中、 $R^{j'}$  は水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基（例、メチル）を、 $R^{k'}$  は水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基（例、メチル）を、 $m5'$  は 0 または 1 を示す] で表される基、  
 $(xx)-NR^{l'}-CO-CH_2(CH_2)_{m6'}-NR^{m'}$  - [式中、 $R^{l'}$  は水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基（例、メチル）を、 $R^{m'}$  は水素原子または  $C_{1-6}$  アルキル基（例、メチル）を、 $m6'$  は 0 または 1 を示す] で表される基などが好ましい。  
 15  $R^{21}$  の好ましい基として例示される「置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基」および「置換基を有していてもよい複素環基」としては、式



- [各記号は前記と同意義を示す] で表わされる基も好ましく用いられる。  
 Hal で示されるハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などが用いられ、なかでも塩素原子が好ましい。  
 20  $d'$  環としては、前記と同様のものが用いられる。  
 $R^{21}$  の好ましい基として例示される式  $-L'-R^{21a}$  [式中、各記号は前記と同意義を示す] で表わされる基において、 $L'$  としては、メチレン基またはカルボニル基が好ましい。  
 25  $R^{21a}$  で示される芳香族基としては、例えば、(1) 単環式あるいは縮合多環式芳香

族炭化水素基、より具体的にはフェニル、1-ナフチル、2-ナフチル、1-アント  
リル、2-アントリル、9-アントリル、1-フェナントリル、2-フェナントリル、  
3-フェナントリル、4-フェナントリルまたは9-フェナントリルなどの $C_{6-14}$ アリー  
ル基（好ましくは、フェニル、1-ナフチルまたは2-ナフチルなど、特に好まし  
くはフェニル）などの6ないし14員の単環式あるいは縮合多環式芳香族炭化  
5 水素基、(2)炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1種  
または2種のヘテロ原子を1個以上（例えば、1ないし4個、好ましくは1な  
いし3個）を含む4ないし14員芳香族複素環基などが用いられる。

この4ないし14員芳香族複素環基としては、炭素原子以外に窒素原子、硫  
10 黄原子、酸素原子等から選ばれる1種または2種のヘテロ原子を1個以上（例  
えば、1ないし4個、好ましくは1ないし3個）を含む単環複素環基（好まし  
くは5ないし8員）またはその縮合芳香族複素環基、より具体的には、チオフ  
ェン、ベンゾ〔b〕チオフェン、ベンゾフラン、1H-ベンズイミダゾール、ベン  
ズオキサゾール、ベンゾチアゾール、1,2-ベンズイソチアゾール、ナフト〔2,3-b〕  
15 チオフェン、チアントレン、フラン、インドリジン、キサンテン、フェノキサ  
チン、ピロール、イミダゾール、トリアゾール、チアゾール、オキサゾール、  
ピラゾール、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、インドール、イ  
ソインドール、1H-インダゾール、プリン、4H-キノリジン、イソキノリン、キ  
ノリン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリン、シンノリン、  
20 カルバゾール、 $\beta$ -カルボリン、フェナントリジン、アクリジン、フェナジン、  
イソチアゾール、フェノチアジン、イソオキサゾール、フラザン、フェノキサ  
ジン、イソクロマンなどの芳香族複素環（好ましくは、ピリジン、チオフェン  
またはフランなど、より好ましくはピリジン）またはこれらの環（好ましくは、  
単環複素環）が1個あるいは複数個（好ましくは1または2個、さらに好まし  
くは1個）と芳香環（例えば、上記した芳香族炭化水素基など、好ましくはベ  
ンゼン環）との縮合環基などが用いられる。

該芳香族基の置換基としては、前記した置換基A群から選ばれる1ないし5個、  
好ましくは1ないし3個の置換基が用いられる。

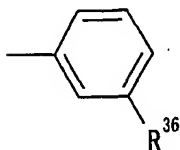
$R^{21a}$ で示される置換基を有していてもよい芳香族基としては、 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシなどの置換基を1ないし5個有していてもよい $C_{6-14}$ アリール基（例、フェニル）などが好ましい。

5  $R^{21a}$ で示される「置換基を有していてもよいヒドロキシ基」としては、前記したa'環の置換基として例示される「置換基を有していてもよいヒドロキシ基」と同様のものが用いられ、なかでも $C_{1-6}$ アルキル基（例、メチル）を有していてもよいヒドロキシ基が好ましい。

10  $R^{21a}$ で示される「置換基を有していてもよいアミノ基」としては、a'環の置換基として例示した「置換基を有していてもよいアミノ基」と同様のものが用いられる。

15  $R^{21a}$ で示される「置換基を有していてもよいアミノ基」としては、例えば、置換基を有していてもよいアルキル基や置換基を有していてもよいアリール基などを1ないし2個有していてもよいアミノ基が好ましく、特に、(1) 4ないし10員複素環基（炭素原子以外に窒素原子、酸素原子、硫黄原子などから選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を有する4ないし10員複素環基、例、ピリジル）で置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-アミノ基、(2)  $C_{6-14}$ アリール-アミノ基、(3) 4ないし10員複素環（炭素原子以外に窒素原子、酸素原子、硫黄原子などから選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を有する4ないし10員複素環、例、ピリジル）-アミノ基などが好ましい。

20 これらの中でも、 $R^{21}$ としては、式



25 [式中、 $R^{36}$ は水素原子、置換基を有していてもよい $C_{6-14}$ アリール基、置換基を有していてもよいアミノ基、置換基を有していてもよい複素環基またはハロゲン原子を示す]で表される基であるものが好ましい。特に $R^{36}$ が、(1)水素原子、(2)アセチルアミノ基で置換されたフェニル、(3) (i)  $C_{1-6}$ アルキルスルホニル基、(ii) ピリジルカルボニルまたは(iii) スルファモイル- $C_{1-6}$ アルキル基から選ばれる置



換基でモノまたはジ置換されていてもよいアミノ、(4)ピリジルまたは(5)ハロゲン原子（フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子）などであるものが好ましい。

- 5 R<sup>22</sup>およびR<sup>23</sup>で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a' 環の置換基として例示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

- この「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、例えば、(1)ハロゲン原子、(2)置換基を有していてもよいヒドロキシ基（例えば、C<sub>1-6</sub>アルキル、C<sub>1-6</sub>アルキル-カルボニル、C<sub>1-6</sub>アルキルスルホニル、C<sub>7-16</sub>アラルキルなどで置換されて
- 10 いてもよいヒドロキシ基など）、(3)置換基を有していてもよいアミノ基（例えば、1または2個のC<sub>1-6</sub>アルキル、C<sub>1-6</sub>アルキル-カルボニル、C<sub>6-14</sub>アリール-カルボニルなどで置換されていてもよいアミノ基）、(4)置換基を有していてもよい4ないし10員複素環基（例えば、オキソ基を有していてもよい、炭素原子以外に窒素原子、酸素原子、硫黄原子などから選ばれる1ないし3個のヘテロ
- 15 原子を有する4ないし10員複素環基（例、フタルイミド、イミダゾリル、ピペリジル、ピロリジニル））、(5)置換基を有していてもよいメルカプト基（例えば、C<sub>1-6</sub>アルキルなどで置換されていてもよいメルカプト基）、(6)C<sub>1-6</sub>アルキル-スルフィニル基、(7)C<sub>1-6</sub>アルキル-スルホニル基などで置換されていてもよい炭化水素基（特に、C<sub>1-6</sub>アルキル基）が用いられる。

- 20 なかでも、(1)ハロゲン原子（特に、臭素原子）、(2)ヒドロキシ、(3)C<sub>1-6</sub>アルキル-カルボニルオキシ（例、アセトキシ）、(4)アミノ、(5)オキソ基を有していてもよい4ないし10員複素環基（炭素原子以外に窒素原子、酸素原子、硫黄原子などから選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を有する4ないし10員複素環基（例、フタルイミド、イミダゾリル、ピペリジル、ピロリジニル）など
- 25 で置換されていてもよいC<sub>1-6</sub>アルキル基などが好ましく、さらにはハロゲン原子（特に、臭素原子）などでハロゲン化されていてもよいC<sub>1-6</sub>アルキル基（例、メチル、エチルなど）などが好ましく、特にメチル基が好適である。

R<sup>22</sup>およびR<sup>23</sup>で示される「アシル基」としては、a' 環の置換基として例示され

る「アシル基」と同様のものが用いられ、なかでも $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基が好ましく、特にメトキシカルボニル基が好適である。

$R^{22}$ と $R^{23}$ が隣接する炭素原子と共に形成する3ないし8員環としては、例えば、3ないし8員同素環または複素環が用いられる。

- 5  $R^{22}$ と $R^{23}$ が隣接する炭素原子と共に形成する3ないし8員同素環としては、炭素原子からなる3ないし8員の環状炭化水素が用いられ、具体的には、 $C_{3-8}$ シクロアルカン（例えば、シクロプロパン、シクロブタン、シクロペンタン、シクロヘキサン、シクロヘプタン、シクロオクタン）、 $C_{3-8}$ シクロアルケン（例えば、シクロブテン、シクロペンテン、シクロヘキセン、シクロヘプテン、シクロオクテン）などが挙げられる。なかでも $C_{3-8}$ シクロアルカンが好ましく、特にシクロペンタン、シクロヘキサンなどの5または6員の同素環（特に、シクロヘキサン）が好ましい。
- 10

- $R^{22}$ と $R^{23}$ が隣接する炭素原子と共に形成する3ないし8員複素環としては、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子および酸素原子から選ばれた1種または2種のヘテロ原子を1個以上（例えば、1個ないし4個、好ましくは1個ないし3個）含む5ないし8員の脂肪族複素環（好ましくは5または6員の脂肪族複素環）などが用いられる。
- 15

- より具体的には、例えば、ピペリジン、ピペラジン、モルホリン、チオモルホリン、ピロリジン、イミダゾリジン環などの炭素原子および窒素原子以外に、窒素原子、酸素原子および硫黄原子から選ばれたヘテロ原子を1個ないし3個含む5ないし8員（好ましくは5または6員）の脂肪族複素環などが用いられる。
- 20

- これらの $R^{22}$ と $R^{23}$ が隣接する炭素原子と共に形成する3ないし8員同素または複素環は、前記した $R^{21}$ で示される複素環が有していてもよい置換基と同様の置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。置換基としては、 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{6-14}$ アリール、 $C_{7-16}$ アラルキル、アミノ、モノ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ、モノ- $C_{6-14}$ アリールアミノ、ジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ、ジ- $C_{6-14}$ アリールアミノ、4ないし10員複素環基（例、炭素原子以外に、窒素原子、酸素原子お
- 25

よび硫黄原子から選ばれたヘテロ原子を1個ないし3個含む4ないし10員  
(好ましくは5または6員)の複素環)などから選ばれる1ないし3個が好ましい。

上記した中でも、 $R^{22}$ および $R^{23}$ としては、それぞれハロゲン原子などで置換さ  
5 れていてもよい $C_{1-6}$ アルキル基、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基が好ましく、特に  
メチル基、メトキシカルボニル基が好適である。

さらに、 $R^{22}$ と $R^{23}$ が隣接する炭素原子と共に $C_{3-8}$ シクロアルカン、好ましくはシ  
クロペンタン、シクロヘキサンなどの5または6員の同素環(特に、シクロヘ  
キサン)を形成する場合も好ましい。

10  $R^{24}$ および $R^{25}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a'  
環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様の  
ものが用いられる。なかでも(1)ハロゲン原子、(2)ハロゲン化されていてもよ  
い $C_{1-6}$ アルキル、(3)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ、(4)ハロゲン化  
されていてもよい $C_{1-6}$ アルキルチオ、(5)ヒドロキシ、(6)アミノ、(7)モノ- $C_{1-6}$   
15 アルキルアミノ、(8)ジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノなどから選ばれる置換基を1ないし  
5個有していてもよい $C_{1-6}$ アルキル基、 $C_{2-6}$ アルケニル基または $C_{2-6}$ アルキニル基  
が好ましく、特に $C_{1-6}$ アルキル基(例、メチル、エチルなど)が好ましい。

$R^{24}$ および $R^{25}$ としては、例えば、水素原子、 $C_{1-6}$ アルキル基(例、メチル、エチ  
ル)などが好ましく、特に水素原子が好ましい。

20  $R^{26}$ および $R^{27}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a'  
環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様の  
ものが用いられ、なかでも $C_{1-6}$ アルキル基(例、メチル、エチルなど)などが好  
ましく、特にメチル基が好適である。

$R^{26}$ と $R^{27}$ が隣接する炭素原子と共に形成する「置換基を有していてもよい3な  
25 いし8員環」としては、前記した $R^{22}$ と $R^{23}$ が隣接する炭素原子と共に形成する「置  
換基を有していてもよい3ないし8員環」と同様のものが用いられ、なかでも  
置換基を有していてもよい3ないし8員同素環が好ましく、なかでも $C_{3-8}$ シクロ  
アルカン(例えば、シクロプロパン、シクロブタン、シクロペンタン、シクロ

ヘキサン、シクロヘプタン、シクロオクタン) が好ましく、特にシクロペンタン、シクロヘキサンなどの5または6員の同素環(特に、シクロペンタン)が好ましい。

5  $R^{28}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

$R^{28}$ で示される炭化水素基としては、 $C_{1-6}$ アルキル基(例、メチル、エチルなど)、 $C_{2-6}$ アルケニル基(例、アリル、2-メチル-2-プロペニルなど)、 $C_{2-6}$ アルキニル基(例、プロパルギルなど)、 $C_{3-6}$ シクロアルキル基(例、シクロペンチルなど)、  
10  $C_{6-14}$ アリール基(例、フェニルなど)、 $C_{7-16}$ アラルキル基(例、ベンジル、3-フェニルプロピル、5-フェニルペンチルなど)などが好ましく、特に $C_{1-6}$ アルキル基(特に、メチル)が好適である。

該炭化水素基の置換基としては、(1)ハロゲン原子(例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素)、(2)ヒドロキシ基、(3)アミノ基、(4)カルボキシ、(5)カル  
15 バモイル、(6) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル(例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど)、(7)モノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル(例、メチルカルバモイル、エチルカルバモイルなど)、(8)ジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル(例、ジメチルカルバモイル、ジエチルカルバモイルなど)、(9)オキソを有していてもよい炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個の  
20 ヘテロ原子を含有する4ないし10員複素環基(例、ピリジル、2-イソインドリルなど)、(10) $C_{6-14}$ アリール基(例、フェニルなど)などが好ましい。

$R^{28}$ で示される「アシル基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「アシル基」と同様のものが用いられ、このアシル基はさらに置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。なかでも、  
25 (1)ホルミル、(2) $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル基(例、アセチル、プロピオニルなど)、(3) $C_{6-14}$ アリール-カルボニル基(例、ベンゾイルなど)、(4) $C_{7-16}$ アラルキル-カルボニル基(例、フェニルアセチルなど)、(5) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基(例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど)、(6)カルバモイル基、(7)モ

ノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル基（例、メチルカルバモイル、ジメチルカルバモイルなど）、(8)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-チオカルバモイル基（例、メチルチオカルバモイル、ジメチルチオカルバモイルなど）、(9) $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基（例、メチルスルホニルなど）または(10) $C_{1-6}$ アルキル-スルフィニル基（例、メチルスルフィニルなど）などが好ましい。

$R^{28}$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが用いられる。

なかでも、 $R^{28}$ で示される複素環基としては、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし4個のヘテロ原子を含有する4ないし10員芳香族複素環基（例、テトラゾリルなど）などが好ましい。

該複素環基の置換基としては、 $C_{6-14}$ アリール基（例、フェニルなど）などが好ましい。

$R^{28}$ で示されるハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子が用いられ、なかでも塩素原子などが好ましい。

$R^{28}$ で示される式- $OR^{30}$ の、 $R^{30}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

$R^{30}$ で示される炭化水素基としては、(i) $C_{1-6}$ アルキル基（例、メチル、エチル、イソプロピル、ブチルなど）〔この $C_{1-6}$ アルキル基は(1)ハロゲン原子、(2)ヒドロキシ基、(3)アミノ基、(4)カルボキシ、(5)カルバモイル、(6) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル、(7)モノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、(8)ジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル、(9)オキソを有していてもよい炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する4ないし10員芳香族複素環基（例、ピリジル、2-イソインドリルなど）などから選ばれる置換基を有していてもよい〕、(ii) $C_{2-6}$ アルケニル基（例、アリル、2-メチル-2-プロペニルなど）〔この $C_{2-6}$ アルケニル基は $C_{6-14}$ アリール（例、フェニル）を有していてもよい〕、(iii) $C_{2-6}$ アルキニル基（例、プロパルギルなど）、(iv) $C_{3-6}$ シクロ

アルキル基（例、シクロペンチルなど）、(v)  $C_{7-16}$  アラルキル基（例、ベンジル、3-フェニルプロピル、5-フェニルペンチルなど）などが好適である。

- $R^{28}$ で示される式-OR<sup>30</sup>の、 $R^{30}$ で示される「アシル基」としては、例えば、ホルミル、カルバモイル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル（例、アセチル、プロピオニルなど）、 $C_{3-6}$ シクロアルキル-カルボニル（例、シクロペンチルカルボニル、シクロヘキシルカルボニルなど）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル（例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニル、イソプロポキシカルボニル、tert-ブトキシカルボニルなど）、 $C_{6-14}$ アリール-カルボニル（例、ベンゾイル、2-ナフトイルなど）、 $C_{7-16}$ アラルキル-カルボニル（例、フェニルアセチル、3-フェニルプロピオニルなど）、 $C_{6-14}$ アリールオキシ-カルボニル（例、フェノキシカルボニル、2-ナフチルオキシカルボニルなど）、 $C_{7-16}$ アラルキルオキシ-カルボニル（例、ベンジルオキシカルボニル、2-ナフチルメチルオキシカルボニルなど）、5または6員複素環カルボニル（例、1-ピロリジニルカルボニル、4-ピペリジルカルボニル、1-ピペラジニルカルボニル、2-モルホリニルカルボニル、4-ピリジルカルボニル、3-チエニルカルボニル、2-フリルカルボニル、2-チアゾリルカルボニルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環カルボニルなど）、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル（例、メチルカルバモイル、エチルカルバモイルなど）、ジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル（例、ジメチルカルバモイル、ジエチルカルバモイルなど）、 $C_{6-14}$ アリール-カルバモイル（例、フェニルカルバモイル、2-ナフチルカルバモイルなど）、5または6員複素環カルバモイル（例、1-ピロリジニルカルバモイル、4-ピペリジルカルバモイル、1-ピペラジニルカルバモイル、2-モルホリニルカルバモイル、4-ピリジルカルバモイル、3-チエニルカルバモイル、2-フリルカルバモイル、2-チアゾリルカルバモイルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環カルバモイルなど）、 $C_{1-6}$ アルキル-チオカルボニル（例、メチルチオカルボニルなど）、 $C_{3-6}$ シクロアルキル-チオカルボニル（例、シクロペンチルチオカルボニル、シクロヘキシルチオカルボニルなど）、 $C_{1-6}$ ア

- ルコキシ-チオカルボニル（例、メトキシチオカルボニル、エトキシチオカルボニル、プロポキシチオカルボニル、ブトキシチオカルボニルなど）、 $C_{6-14}$ アリール-チオカルボニル（例、フェニルチオカルボニル、2-ナフチルチオカルボニルなど）、 $C_{7-16}$ アラルキル-チオカルボニル（例、ベンジルチオカルボニル、フェ
- 5 ネチルチオカルボニルなど）、 $C_{6-14}$ アリールオキシ-チオカルボニル（例、フェノキシチオカルボニル、2-ナフチルオキシチオカルボニルなど）、 $C_{7-16}$ アラルキルオキシ-チオカルボニル（例、ベンジルオキシチオカルボニル、2-ナフチルメチルオキシチオカルボニルなど）、5 または6員複素環チオカルボニル（例、1-ピロリジニルチオカルボニル、4-ピペリジルチオカルボニル、1-ピペラジニ
- 10 ルチオカルボニル、2-モルホリニルチオカルボニル、4-ピリジルチオカルボニル、3-チエニルチオカルボニル、2-フリルチオカルボニル、2-チアゾリルチオカルボニルなどの炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし3個のヘテロ原子を含有する5または6員複素環チオカルボニルな
- 15 ど）、チオカルバモイル、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-チオカルバモイル（例、メチルチオカルバモイル、エチルチオカルバモイルなど）、ジ- $C_{1-6}$ アルキル-チオカルバモイル（例えば、ジメチルチオカルバモイル、ジエチルチオカルバモイルなど）、 $C_{6-14}$ アリール-チオカルバモイル（例、フェニルチオカルバモイル、2-ナフチルチオカルバモイルなど）、スルファモイル、モノ- $C_{1-6}$ アルキル-スルファモイル（例、メチルスルファモイル、エチルスルファモイルなど）、ジ- $C_{1-6}$ アルキル-
- 20 スルファモイル（例、ジメチルスルファモイル、ジエチルスルファモイルなど）、 $C_{6-14}$ アリール-スルファモイル（例、フェニルスルファモイルなど）、 $C_{1-6}$ アルキルスルホニル（例、メチルスルホニル、エチルスルホニルなど）、 $C_{6-14}$ アリールスルホニル（例、フェニルスルホニル、2-ナフチルスルホニルなど）、 $C_{1-6}$ アルキルスルフィニル（例、メチルスルフィニル、エチルスルフィニルなど）、 $C_{6-14}$
- 25 アリールスルフィニル（例、フェニルスルフィニル、2-ナフチルスルフィニルなど）、スルフィノ、スルホ、 $C_{1-6}$ アルコキシスルフィニル（例、メトキシスルフィニル、エトキシスルフィニル）、 $C_{6-14}$ アリールオキシスルフィニル（例、フェノキシスルフィニル）、 $C_{1-6}$ アルコキシスルホニル（例、メトキシスルホニル、

エトキシスルホニル) および $C_{6-14}$ アリールオキシスルホニル (例、フェノキシスルホニル) が用いられ、このアシル基はさらに置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。なかでも、(i) $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル基 (例、アセチルなど)、(ii) $C_{6-14}$ アリール-カルボニル基 (例、ベンゾイルなど)、(iii) $C_{7-16}$ アラルキル-カルボニル基 (例、フェニルアセチルなど)、(iv) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基 (例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど)、(v)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-チオカルバモイル基 (例、メチルチオカルバモイル、ジメチルチオカルバモイルなど)、(vi)ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基 (例、メチルスルホニルなど) などが好ましい。

$R^{28}$ で示される式-OR<sup>30</sup>の、 $R^{30}$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、a' 環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが用いられる。

なかでも、 $R^{30}$ で示される複素環基としては、炭素原子以外に窒素原子、硫黄原子、酸素原子等から選ばれる1ないし4個のヘテロ原子を含有する4ないし10員芳香族複素環基 (例、テトラゾリルなど) [この複素環基は $C_{6-14}$ アリール (例、フェニル) を有していてもよい。] などが好ましい。

$R^{28}$ で示される式-SR<sup>31</sup>の、 $R^{31}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、a' 環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

$R^{31}$ で示される炭化水素基としては、 $C_{1-6}$ アルキル基 (例、メチル、エチルなど) などが好適である。

$R^{28}$ で示される式-SR<sup>31</sup>の、 $R^{31}$ で示される「アシル基」としては、 $R^{30}$ で示される「アシル基」と同様のものが用いられ、このアシル基はさらに置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していてもよい。

$R^{31}$ で示される「アシル基」としては、モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル基 (例、メチルカルバモイル、ジメチルカルバモイルなど) などが好適である。



$R^{28}$ で示される式 $-SR^{31}$ の、 $R^{31}$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが用いられる。

5  $R^{28}$ で示される式 $-S(O)R^{32}$ の、 $R^{32}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

$R^{32}$ で示される炭化水素基としては、 $C_{1-6}$ アルキル基（例、メチル、エチルなど）などが好適である。

10  $R^{28}$ で示される式 $-S(O)R^{32}$ の、 $R^{32}$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが用いられる。

$R^{28}$ で示される式 $-S(O)_2R^{33}$ の、 $R^{33}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

15  $R^{33}$ で示される炭化水素基としては、 $C_{1-6}$ アルキル基（例、メチル、エチルなど）などが好適である。

$R^{28}$ で示される式 $-S(O)_2R^{33}$ の、 $R^{33}$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが用いられる。

20  $R^{28}$ で示される式 $-NR^{34}R^{35}$ の、 $R^{34}$ および $R^{35}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

25  $R^{34}$ および $R^{35}$ で示される炭化水素基としては、 $C_{1-6}$ アルキル基（例、メチル、エチルなど）〔この $C_{1-6}$ アルキル基は $C_{1-6}$ アルコキシカルボニルを有していてもよい。〕などが好適である。

$R^{28}$ で示される式 $-NR^{34}R^{35}$ の、 $R^{34}$ および $R^{35}$ で示される「アシル基」としては、 $R^{30}$ で示される「アシル基」と同様のものが用いられ、このアシル基はさらに置換基A群から選ばれる置換基を1ないし5個、好ましくは1ないし3個有していて

- もよい。なかでも、ホルミル、 $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル基（例、アセチル、プロピオニルなど）、 $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基（例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど）、カルバモイル基、モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル基（例、メチルカルバモイル、ジメチルカルバモイルなど）、 $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基（例、メチルスルホニルなど）などが好ましい。

$R^{28}$ で示される式- $NR^{34}R^{35}$ の、 $R^{34}$ および $R^{35}$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、a'環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが用いられる。

- $R^{28}$ で示される式- $NR^{34}R^{35}$ としては、 $R^{34}$ が(1)水素原子、(2) $C_{1-6}$ アルキル基（例、メチル、エチルなど）〔この $C_{1-6}$ アルキル基は $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルを有していてもよい。〕、(3)ホルミル、(4) $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル基（例、アセチル、プロピオニルなど）、(5) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基（例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど）、(6)カルバモイル基、(7)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル基（例、メチルカルバモイル、ジメチルカルバモイルなど）または(8) $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基（例、メチルスルホニルなど）などであり、 $R^{35}$ が(1)水素原子、(2) $C_{1-6}$ アルキル（例、メチル、エチル、プロピル、イソプロピルなど）、(3) $C_{6-14}$ アリール（例、フェニル、2-ナフチルなど）または(4) $C_{7-16}$ アラルキル（例、ベンジル、フェネチルなど）などであるものが好ましい。なかでも $R^{34}$ が(1)水素原子、(2) $C_{1-6}$ アルキル基（例、メチル、エチルなど）〔この $C_{1-6}$ アルキル基は $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニルを有していてもよい。〕、(3)ホルミル、(4) $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル基（例、アセチル、プロピオニルなど）、(5) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基（例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど）、(6)カルバモイル基、(7)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル基（例、メチルカルバモイル、ジメチルカルバモイルなど）または(8) $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基（例、メチルスルホニルなど）であり、 $R^{35}$ が水素原子またはメチルなどであるものが好ましい。

$R^{28}$ としては、水素原子または式- $OR^{30}$ （ $R^{30}$ は、水素原子、置換基を有していてもよい炭化水素基、アシル基または複素環基を示す）が好ましい。なかでも、

- $R^{28}$ としては、水素原子、ヒドロキシ基 ( $R^{30}$ が水素原子であるもの)、置換基を有していてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ ( $R^{30}$ が $C_{1-6}$ アルキルであるもの) またはアシルオキシ ( $R^{30}$ がアシルであるもの) が好ましい。特に、水素原子、ヒドロキシ基 ( $R^{30}$ が水素原子であるもの)、ピリジルで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルコキシ ( $R^{30}$ が $C_{1-6}$ アルキルであるもの) またはハロゲン原子で置換された $C_{1-6}$ アルキルスルホニルオキシ ( $R^{30}$ がハロゲン原子で置換された $C_{1-6}$ アルキルスルホニルであるもの) が好ましい。

- 5  $R^{29}$ で示される「置換基を有していてもよい炭化水素基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられる。

$R^{29}$ で示される炭化水素基としては、 $C_{1-6}$ アルキル基 (例、メチル、エチル、プロピル、イソプロピルなど)、 $C_{2-6}$ アルケニル基 (例、2-メチル-2-プロペニルなど) が好ましく、特にメチル、イソプロピルなどの $C_{1-3}$ アルキル基が好ましい。

- 該炭化水素基の置換基としては、(1)ハロゲン原子 (例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素)、(2)シアノ基、(3)低級アルコキシ基 (例、メトキシ、エトキシなどの $C_{1-6}$ アルコキシ)、(4)ヒドロキシ基、(5)アミノ基、(6)モノ-低級アルキルアミノ基 (例、メチルアミノ、エチルアミノなどのモノ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ基など)、(7)ジ-低級アルキルアミノ基 (例、ジメチルアミノ、ジエチルアミノなどのジ- $C_{1-6}$ アルキルアミノ基など)、(8)オキソを有していてもよい炭素原子以外に、窒素原子、酸素原子および硫黄原子から選ばれたヘテロ原子を1個ないし3個含む4ないし10員複素環 (例、ピペリジノ、2-イソインドリルなど)、(9) $C_{6-14}$ アリールチオ (例、フェニルチオなど)、(10)ウレイド、(11)カルボキシ、(12)カルバモイル、(13) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル (例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど)、(14)モノ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル (例、メチルカルバモイル、エチルカルバモイルなど)、(15)ホルミルアミノ、(16) $C_{1-6}$ アルキル-カルボキサミド (例、アセトアミド、プロピオンアミドなど) などが好ましい。

$R^{29}$ で示される「アシル基」としては、 $a'$  環の置換基として例示した「アシル

基」と同様のものが用いられ、具体的には、(1)ホルミル、(2) $C_{1-6}$ アルキル-カルボニル基（例、アセチル、プロピオニルなど）、(3) $C_{6-14}$ アリール-カルボニル基（例、ベンゾイルなど）、(4) $C_{7-16}$ アラルキル-カルボニル基（例、フェニルアセチルなど）、(5) $C_{1-6}$ アルコキシ-カルボニル基（例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニルなど）、(6)カルバモイル基、(7)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-カルバモイル基（例、メチルカルバモイル、ジメチルカルバモイルなど）、(8)モノ-またはジ- $C_{1-6}$ アルキル-チオカルバモイル基（例、メチルチオカルバモイル、ジメチルチオカルバモイルなど）、(9) $C_{1-6}$ アルキル-スルホニル基（例、メチルスルホニルなど）、(10) $C_{1-6}$ アルキル-スルフィニル基（例、メチルスルフィニルなど）などが用いられ、なかでもホルミルが好ましい。

$R^{29}$ で示される「置換基を有していてもよいヒドロキシ基」としては、例えば、式- $OR^{29}$ （ $R^{29}$ は水素原子、置換基を有していてもよい炭化水素基またはアシル基を示す）で表される基などが用いられる。

$R^{29}$ で示される置換基を有していてもよい炭化水素基としては、 $a'$ 環の置換基として例示した「置換基を有していてもよい炭化水素基」と同様のものが用いられ、なかでも $C_{1-6}$ アルキルなどが好ましい。

$R^{29}$ で示されるアシル基としては、 $R^{30}$ で示される「アシル基」と同様のものが用いられ、なかでも $C_{1-6}$ アルキル-カルボニルなどが好ましい。

$R^{29}$ としては、特に水素原子、シアノ基、シアノで置換されていてもよい $C_{1-6}$ アルキル基、ホルミルなどが好ましく、特に水素原子が好ましい。

$X'$ は置換基を有していてもよいメチレン基を示す。

メチレン基の置換基としては、上記置換基A群から選ばれる基などが用いられ、なかでも1または2個の $C_{1-6}$ アルキル基（例、メチル、エチルなど）、ヒドロキシ基、オキソ基などが好ましい。

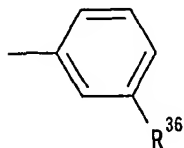
$X'$ としては、(1)1または2個の $C_{1-6}$ アルキル基（例、メチル、エチルなど）またはヒドロキシ基を有していてもよいメチレン基または(2)カルボニル基が好ましく、なかでも1または2個のメチルを有していてもよいメチレン基が好ましく、特にメチレン基が好ましい。

$n'$  は 0 または 1 を示し、なかでも 0 が好ましい。

本発明のエントリー阻害剤としては、例えば次のような化合物またはその塩を含有してなるものが好ましい。

〔化合物 (Ia') - I〕

5  $R^{21}$  が式

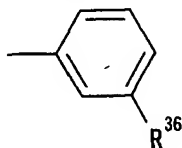


〔式中、 $R^{36}$  は水素原子、置換基を有していてもよい  $C_{6-14}$  アリール基、置換基を有していてもよいアミノ基、置換基を有していてもよい複素環基またはハロゲン原子を示す〕で表される基を、 $R^{22}$  および  $R^{23}$  がそれぞれ置換基を有していてもよい  $C_{1-6}$

10 アルキル基を、 $R^{24}$  および  $R^{25}$  が水素原子を、 $R^{26}$  および  $R^{27}$  がそれぞれ置換基を有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基を、 $R^{28}$  が水素原子または式  $-OR^{30}$  ( $R^{30}$  は、水素原子、置換基を有していてもよい炭化水素基、アシル基または複素環基を示す) を、 $R^{29}$  が水素原子を、 $X'$  がメチレン基を示し、 $n'$  が 0 である化合物 (Ia') またはその塩。

〔化合物 (Ia') - II〕

15  $R^{21}$  が式

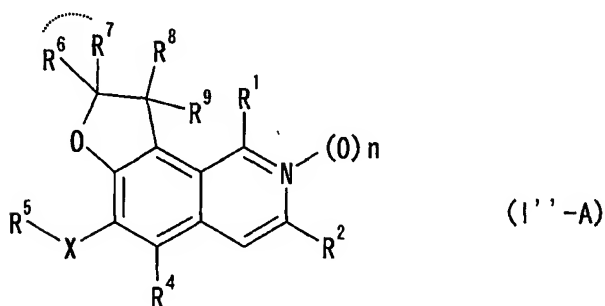


〔式中、 $R^{36}$  は (1) 水素原子、(2) アセチルアミノ基で置換されたフェニル、(3) (i)  $C_{1-6}$  アルキルスルホニル基、(ii) ピリジルカルボニルまたは (iii) スルファモイル- $C_{1-6}$  アルキル基から選ばれる置換基でモノまたはジ置換されていてもよ

20 いアミノ、(4) ピリジルまたは (5) ハロゲン原子を示す〕で表される基を、 $R^{22}$  および  $R^{23}$  がそれぞれ  $C_{1-6}$  アルキル基を、 $R^{24}$  および  $R^{25}$  が水素原子を、 $R^{26}$  および  $R^{27}$  がそれぞれ  $C_{1-6}$  アルキル基を、 $R^{28}$  が水素原子または式  $-OR^{30}$  ( $R^{30}$  は、(1) 水素原子、(2) ピリジルで置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルキル基または (3) ハロゲン原子で置換された  $C_{1-6}$  アルキルスルホニルを示す) を、 $R^{29}$  が水素原子を、 $X'$  がメチレン基



- キシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよい  $C_{1-6}$  アルコキシ基、(5) シアノ基、(6)カルボキシ基、(7) $C_{1-6}$ アルコキシカルボニル基または(8)カルバモイル基を、 $n$  は0または1を示す（但し、3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-*h*]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミン、N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-*h*]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド、N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-*h*]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]プロパンアミド、N-メチル-3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-*h*]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-カルボキサミド、3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-4,4,8,8-テトラメチルフロ[2,3-*h*]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミンおよびN-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-4,4,8,8-テトラメチルフロ[2,3-*h*]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミドを除く)〕で表される化合物（以下、化合物(I' -A)と略記する）、および
- 化合物(I' ' )のうち、式



- 〔式中、 $R^1$  は(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基、(3)置換基を有していてもよい複素環基または(4)置換基を有していてもよいアミノ基を、 $R^2$  は(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基または(3)アシル基を、 $R^3$  は(1)水素原子、(2)シアノ基、(3)置換基を有していてもよい炭化水素基、(4)アシル基または(5)置換基を有していてもよいヒドロキシ基を、 $R^4$  は(1)水素原子、(2)置換基を有していてもよい炭化水素基、(3)アシル基、(4)置換基を有していてもよい複素環基または(5)ハロゲン原子を、 $R^6$  および  $R^7$  はそれぞれ水素原子または

- 置換基を有していてもよい炭化水素基を示し、 $R^6$ と $R^7$ は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、 $R^8$ および $R^9$ はそれぞれ水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基を、 $X$ は(1)結合手、(2)酸素原子、(3)酸化されていてもよい硫黄原子または(4)置換基を有していてもよい窒素原子を、 $n$ は0または1を示す)で表される化合物(以下、化合物(I')'-A)と略記する)は新規化合物である。

前記式中、 $R^{5'}$ で示される「置換基を有していてもよい $C_{1-3}$ アルキル基」としては、前記の置換基A群から選ばれる1ないし5個有していてもよい $C_{1-3}$ アルキル基(例、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル)が挙げられる。

- 10 前記式中、 $R^{5'}$ で示される「置換基を有していてもよい $C_{6-14}$ アリール基」としては、前記の置換基A群から選ばれる1ないし5個有していてもよい $C_{6-14}$ アリール基(例、フェニル、ナフチル)が挙げられる。

- 前記式中、 $R^{5'}$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」としては、前記の $R^5$ で示される「置換基を有していてもよい複素環基」と同様のものが挙げられる。
- 15

前記式中、 $R^{5'}$ で示される「ハロゲン原子」としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。

- 前記式中 $R^{6a}$ で表される「 $C_{1-6}$ アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基」としては、カルボキシル、 $C_{1-6}$ アルコキシカルボニル(例、メトキシカルボニル、エトキシカルボニル、プロポキシカルボニル、イソプロポキシカルボニル、ブトキシカルボニル、sec-ブトキシカルボニル、tert-ブトキシカルボニル、ペンチルオキシカルボニル、ヘキシルオキシカルボニル等)が挙げられる。
- 20

- 式-NHCOR<sup>2a'</sup> (R<sup>2a'</sup>は鎖状 $C_{1-6}$ アルキル基または $C_{7-16}$ アラルキル基)で表される基の $R^{2a'}$ で示される「鎖状 $C_{1-6}$ アルキル基」としては、例えばメチル、エチル、プロピル、ブチル、ペンチル、ヘキシルが挙げられ、「 $C_{7-16}$ アラルキル基」としては、例えばベンジル、フェネチル、ナフチルメチル、ナフチルエチル等が挙げられる。
- 25

前記式中 $R^{2a}$ で表される「(1')カルボキシ、(2') $C_{1-6}$ アルコキシカルボニルまた

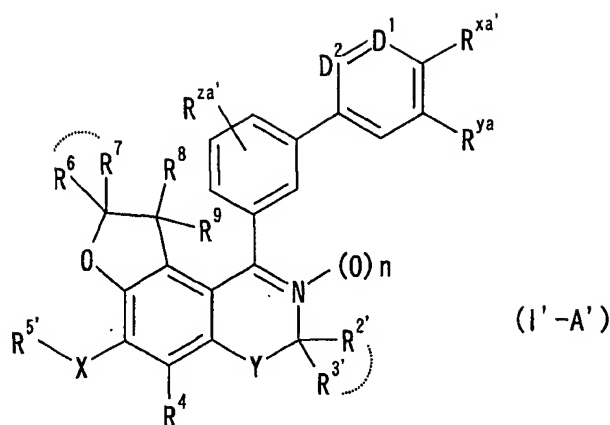


- は(3')モノ  $C_{1-6}$ アルキルカルバモイルで置換されていてもよい  $C_{1-6}$ アルコキシ」としては、例えば、カルボキシ、メトキシカルボニル、エトキシカルボニル、プロポキシカルボニル、イソプロポキシカルボニル、ブトキシカルボニル、ペンチルオキシカルボニル、ヘキシルオキシカルボニル、メチルカルバモイル、エチルカルバモイル、プロピルカルバモイル、イソプロピルカルバモイル、ブチルカルバモイル、*sec*-ブチルカルバモイル、*tert*-ブチルカルバモイル、ペンチルカルバモイルおよびヘキシルカルバモイルから選ばれる置換基を有していてもよい  $C_{1-6}$ アルコキシ基（例えば、メトキシ、エトキシ、プロポキシ、イソプロポキシ、ブトキシ、*sec*-ブトキシ、*tert*-ブトキシ、ペンチルオキシ、ヘキシルオキシなど）が挙げられる。
- 10 前記式中  $R^{7a}$ で表される「ハロゲン原子」としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。

- 前記式中  $R^{2a}$ で表される「 $C_{1-6}$ アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよい  $C_{1-6}$ アルコキシ基」としては、例えば、カルボキシ、メトキシカルボニル、エトキシカルボニル、プロポキシカルボニル、イソプロポキシカルボニル、ブトキシカルボニルペンチルオキシおよびヘキシルオキシカルボニルから選ばれる置換基を有していてもよい  $C_{1-6}$ アルコキシ基（例えば、メトキシ、エトキシ、プロポキシ、イソプロポキシ、ブトキシ、*sec*-ブトキシ、*tert*-ブトキシ、ペンチルオキシ、ヘキシルオキシなど）が挙げられる。
- 15

- 前記式中  $R^{2a}$ で表される「 $C_{1-6}$ アルコキシカルボニル基」としては、例えば、メトキシカルボニル、エトキシカルボニル、プロポキシカルボニル、イソプロポキシカルボニル、ブトキシカルボニル、ペンチルオキシカルボニルおよびヘキシルオキシカルボニル等が挙げられる。
- 20

化合物(I'-A)のなかでも式



- 〔式中、D<sup>1</sup> および D<sup>2</sup> は、ともにメチンまたは一方がメチン、他方が窒素原子を、R<sup>2'</sup> および R<sup>3'</sup> はそれぞれ置換基を有していてもよい炭化水素基またはアシル基を示し、R<sup>2'</sup> と R<sup>3'</sup> は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、R<sup>4</sup> は水素原子、シアノ基、置換基を有していてもよい炭化水素基、アシル基または置換基を有していてもよいヒドロキシ基を、R<sup>5'</sup> は置換基を有していてもよいC<sub>1-3</sub>アルキル基、置換基を有していてもよいC<sub>6-14</sub>アリール基、置換基を有していてもよい複素環基またはハロゲン原子を、R<sup>6</sup> および R<sup>7</sup> はそれぞれ水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基を示し、R<sup>6</sup> と R<sup>7</sup> は隣接する炭素原子と共に置換基を有していてもよい3ないし8員環を形成してもよく、R<sup>8</sup> および R<sup>9</sup> はそれぞれ水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基を、X は結合手、酸素原子、酸化されていてもよい硫黄原子または置換基を有していてもよい窒素原子を、Y は置換基を有していてもよいメチレン基を、R<sup>xa'</sup> はアミノ基または式-NHCOR<sup>xa''</sup> (R<sup>xa''</sup> は鎖状 C<sub>1-6</sub>アルキル基または C<sub>7-16</sub>アラルキル基を示す) を、R<sup>ya</sup> は水素原子またはハロゲン原子を、R<sup>za'</sup> は水素原子、ヒドロキシ基、アミノ基、C<sub>1-6</sub>アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよいC<sub>1-6</sub>アルコキシ基を、n は0または1を示す(但し、3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミン、N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミドおよびN-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イ

ソキノリン-1-イル) [1,1'-ビフェニル]-4-イル]プロパンアミドを除く) ] で表される化合物 (以下、化合物(I' -A')と略記する) が好ましく用いられる。

- また、化合物(I' -A)の具体例としては、化合物(I' -A)において、D<sup>1</sup> および D<sup>2</sup> がともにメチン、R<sup>2</sup> および R<sup>3</sup> はそれぞれ水素原子または C<sub>1-6</sub> アルキル基、R<sup>4</sup> が (1) 水素原子、(2) シアノ、(3) カルボキシまたは (4) C<sub>1-6</sub> アルコキシカルボニルで置換されていてもよい C<sub>1-6</sub> アルキル基、R<sup>5</sup> が (1) C<sub>1-3</sub> アルキル基または (2) C<sub>6-14</sub> アリール、R<sup>6</sup> および R<sup>7</sup> がそれぞれ水素原子または C<sub>1-6</sub> アルキル基、R<sup>8</sup> および R<sup>9</sup> がそれぞれ水素原子、X が結合手、酸素原子または硫黄原子、Y がメチレン基、-C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-, -CH(OCH<sub>3</sub>)-, -CH(OH)-またはカルボニル基、R<sup>10a</sup> が水素原子または C<sub>1-6</sub> アルキルでエステル化されていてもよいカルボキシ基、R<sup>10a</sup> が (1) アミノ基、(2) 式-NHCOR<sup>10a'</sup> (R<sup>10a'</sup> は鎖状 C<sub>1-6</sub> アルキル基または C<sub>7-16</sub> アラルキル基を示す)、(3) ヒドロキシ基、(4) (1') カルボキシ、(2') C<sub>1-6</sub> アルコキシカルボニルまたは (3') モノ C<sub>1-6</sub> アルキルカルバモイルで置換されていてもよい C<sub>1-6</sub> アルコキシまたは (5) モノ C<sub>1-6</sub> アルキルカルバモイル基、R<sup>10b</sup> が水素原子またはハロゲン原子、R<sup>2a</sup> が (1) 水素原子、(2) ヒドロキシ基、(3) アミノ基、(4) C<sub>1-6</sub> アルコキシカルボニルまたはカルボキシで置換されていてもよい C<sub>1-6</sub> アルコキシ基、(5) シアノ基、(6) カルボキシ基、(7) C<sub>1-6</sub> アルコキシカルボニル基または (8) カルバモイル基、n は 0 または 1 であるものが挙げられる。

より具体的には、後述の実施例 9 ~ 23、50 ~ 70 および 72 ~ 74 記載の化合物が挙げられる。

- 化合物(I' -A)の具体例としては、化合物(I' -A)において、R<sup>1</sup> が (1) ハロゲン、(2) アミノ、(3) C<sub>1-6</sub> アシルアミノ、(4) (1') アミノまたは (2') C<sub>1-6</sub> アシルアミノで置換されていてもよいフェニルおよび (5) ジ C<sub>1-6</sub> アルキルホスホノ-C<sub>1-6</sub> アルキルで置換されていてもよいベンズアミドから選ばれる置換基を有していてもよいフェニル基、R<sup>2</sup> が、(1) 水素原子、(2) (1') ヒドロキシ基、(2') ハロゲン原子、(3') アミノ、(4') C<sub>1-6</sub> アルコキシカルボニルアミノ、(5') ジ-C<sub>1-6</sub> アルキルアミノおよび (6') フタルイミドから選ばれる置換基を有していてもよい C<sub>1-6</sub> アルキル、(3) カルボキシ、(4) C<sub>1-6</sub> アルコキシカルボニル、(5) カルバモイル、(6) ジ-C<sub>1-6</sub> アルキルカルバモイルまたは (7) ピリジルカルバモイル、R<sup>4</sup> が水素原子、

$R^5$ が $C_{1-6}$ アルキル、 $R^6$ および $R^7$ が $C_{1-6}$ アルキル、 $R^8$ および $R^9$ が水素原子、 $X$ が酸素原子、 $n$ が0であるものが挙げられる。

より具体的には、後述の実施例24～49および71記載の化合物が挙げられる。

- 5 本発明の化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)および(Ia')の製造法について以下に述べる。なお、化合物(I-a)、(I-b)、(I-c)、(I-d)、(I-e)、(I-f)、(I-g)および(I-h)は化合物(I)に含まれる化合物であり、化合物(I-a')は化合物(I')に含まれる化合物であり、化合物(I-a'')は化合物(I'')に含まれる化合物であり、化合物(Ia-a)は化合物(Ia)に含まれる化合物である。
- 10 本発明の化合物(I)および(I')は、例えば以下の反応式1～18で示される方法またはこれに準じた方法等により得られ、本発明の化合物(I'')は、例えば以下の反応式19～24で示される方法またはこれに準じた方法等により得られ、また本発明の化合物(Ia)および(Ia')は、例えば以下の反応式25および26で示される方法またはこれに準じた方法等により得られる。
- 15 なお、化合物(A)も下記の製造法に準じて製造することができる。  
以下の反応式における略図中の化合物の各記号は特に記載のないかぎり前記と同意義を示す。反応式中の化合物(II')～(LII')、(LIII)～(LXII)、(LXIII')～(LXIX')、(LXX)、(LXXI)、(LXXII')～(LXXX')、(LXXXI)～(LXXXV)、(IIa)～(VIa)および(VIIa')～(XIIIa')は塩を形成している場合も含み、該塩としては、例え
- 20 ば化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)および(Ia')の塩と同様のもの等が挙げられる。  
化合物(II')、(III')、(VI')、(VI-b')、(VII')、(VII-a')、(IX')、(XI')、(XII')、(XIII')、(XVIII')、(XVIII-a')、(XX')、(XXI')、(XXVII')、(XXIX')、(XXXI')、(XXXIII')、(XXXIII-a')、(XXXVII')、(XXXVIII')、(XL')、(XLI')、(XLVII')、(L')、(LI')、(LIII)、(LVI)、
- 25 (LVIII)、(LXIII')、(LXV')、(LXVII')、(LXXII')、(LXXIV')、(LXXVI')、(XXVII-a')、(LXXX')、(IIa)、(IIIa)、(IVa)、(VIa)、(VIIa')、(VIIIa')、(XIa')および(XIIa')は市販されているものを容易に入手でき、また、自体公知の方法またはこれらに準じた方法に従って製造することもできる。

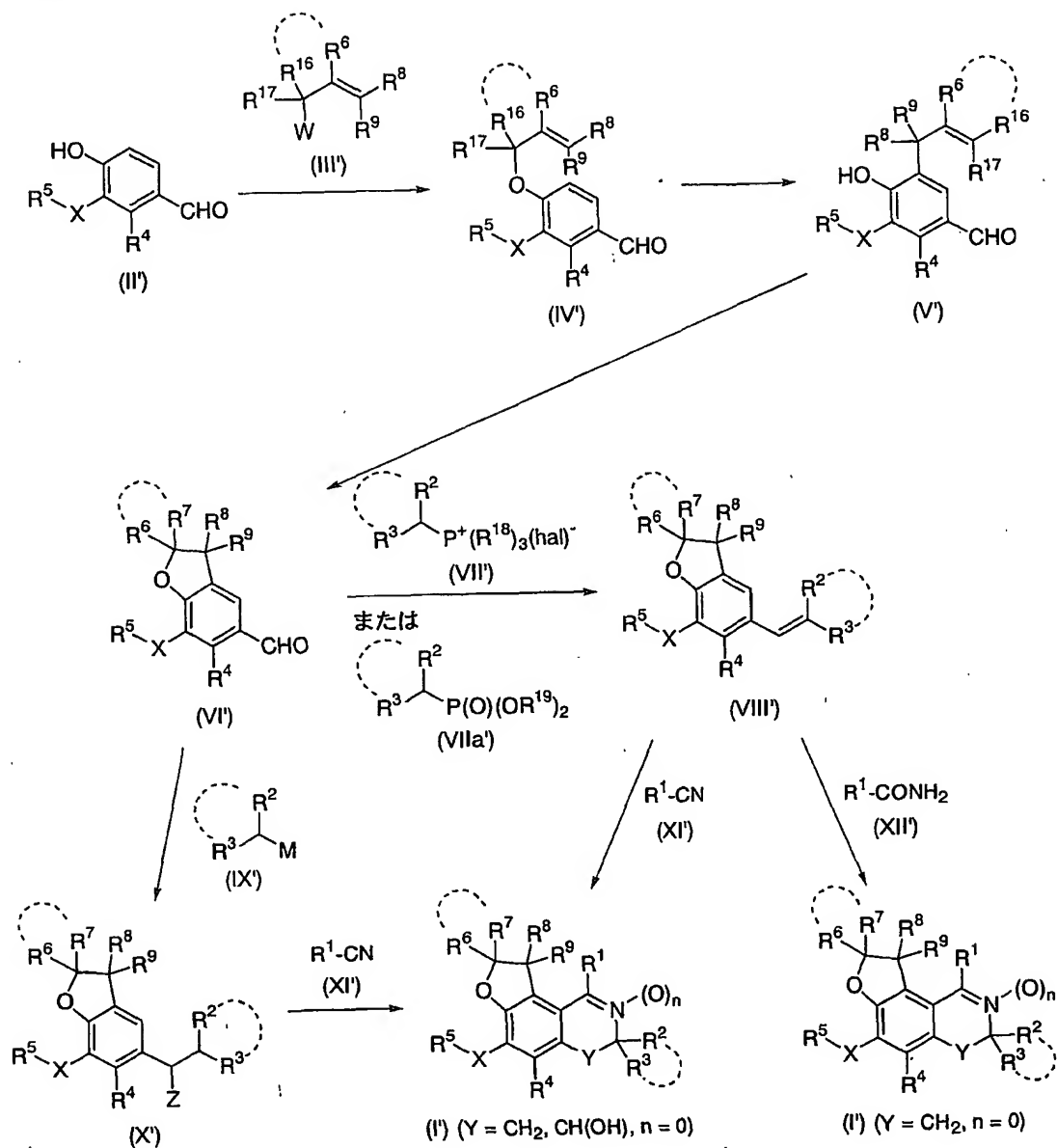
以下の反応で用いられる、総称で示される溶媒としては、特に記載がないかぎり、アルコール類としてメタノール、エタノール、1-プロパノール、2-プロパノール、tert-ブチルアルコールなど、エーテル類としてジエチルエーテル、ジイソプロピルエーテル、ジフェニルエーテル、テトラヒドロフラン、1,4-ジオキサン、1,2-ジメトキシエタンなど、炭化水素類としてベンゼン、トルエン、シクロヘキサン、ヘキサンなど、アミド類としてN,N-ジメチルホルムアミド、N,N-ジメチルアセトアミド、ヘキサメチルホスホリクトリアミドなど、ハロゲン化炭化水素類としてジクロロメタン、クロロホルム、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタンなど、ニトリル類としてアセトニトリル、プロピオニトリルなど、ケトン類としてアセトン、エチルメチルケトンなど、有機酸類としてギ酸、酢酸、プロピオン酸、トリフルオロ酢酸、メタンスルホン酸など、芳香族アミン類として、ピリジン、2,6-ルチジン、キノリンなど、スルホキシド類としてジメチルスルホキシドなどを示す。

以下の反応で用いられる、総称で示される塩基としては、特に記載がないかぎり、無機塩基類として水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化リチウム、水酸化バリウムなど、塩基性塩類として炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸セシウム、炭酸水素ナトリウム、酢酸ナトリウム、酢酸アンモニウムなど、芳香族アミン類としてピリジン、ルチジンなど、第3級アミン類としてトリエチルアミン、トリプロピルアミン、トリブチルアミン、N-エチルジイソプロピルアミン、シクロヘキシルジメチルアミン、4-ジメチルアミノピリジン、N,N-ジメチルアニリン、N-メチルピペリジン、N-メチルピロリジン、N-メチルモルホリンなど、アルカリ金属水素化物類として水素化ナトリウム、水素化カリウムなど、金属アミド類としてナトリウムアミド、リチウムジイソプロピルアミド、リチウムヘキサメチルジシラジドなど、アルキル金属類としてブチルリチウム、tert-ブチルリチウムなど、アリール金属類としてフェニルリチウムなど、金属アルコキシド類としてナトリウムメトキシド、ナトリウムエトキシド、ナトリウム tert-ブトキシド、カリウム tert-ブトキシドなどを示す。

生成物は反応液のまま、あるいは粗製物として次反応に用いることもできるが、常法に従って反応混合物から単離することもでき、通常分離手段（例、再結晶、

蒸留、クロマトグラフィー等)により容易に精製することもできる。

反応式 1



- 5 化合物(IV')は、化合物(II')と化合物(III')〔式中、 $R^{16}$ および $R^{17}$ は、 $R^7$ の一部を形成する、置換基を有していてもよい炭化水素基で、 $R^7$ と同様のものが挙げられ、 $R^{16}$ が $R^6$ との間で同素環を形成する場合は、「3ないし8員同素環」が有していてもよい置換基と同様の置換基を有していてもよく、 $W$ は脱離基を示す〕とを所望により塩基の存在下で反応させることにより製造される。
- 10 該「脱離基」としては、例えばヒドロキシ、ハロゲン原子（例えば、フッ素、塩

素、臭素、ヨウ素等)、ハロゲン化されていてもよい $C_{1-5}$ アルキルスルホニルオキシ(例えば、メタンスルホニルオキシ、エタンスルホニルオキシ、トリクロロメタンスルホニルオキシ等)、置換基を有していてもよい $C_{6-10}$ アリールスルホニルオキシ等が挙げられる。「置換基を有していてもよい $C_{6-10}$ アリールスルホニルオキシ」

- 5 としては、例えば $C_{1-6}$ アルキル(例、メチル、エチル等)、 $C_{1-6}$ アルコキシ(例、メトキシ、エトキシ等)およびニトロから選ばれる置換基を1ないし3個有していてもよい $C_{6-10}$ アリールスルホニルオキシ(例、フェニルスルホニルオキシ、ナフチルスルホニルオキシ等)等が挙げられ、具体例としては、フェニルスルホニルオキシ、*m*-ニトロフェニルスルホニルオキシ、*p*-トルエンスルホニルオキシ等が挙げら
- 10 れる。

化合物(III')の使用量は、化合物(II')1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

該「塩基」としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第3級アミン類、金属水素化物類、金属アミド類、金属アルコキシド類等が挙げられる。

- 15 塩基の使用量は、化合物(II')1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

- 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、ケトン類、スルホキシド類等の溶媒またはこれらの混合溶媒等が好ましい。
- 20

反応時間は通常約30分ないし約48時間、好ましくは約1時間ないし約24時間である。反応温度は通常約-20ないし約150℃、好ましくは約0ないし約100℃である。

- 前記反応に代え、光延反応(シンセシス(Synthesis)、1981年、1~27頁)を用いることもできる。
- 25

該反応は、化合物(II')と化合物(III')中、WがOHである化合物とを、アゾジカルボキシラート類(例、ジエチルアゾジカルボキシラート等)およびホスフィン類(例、トリフェニルホスフィン、トリブチルホスフィン等)の存在下反応させる。

化合物(III')中、WがOHである化合物の使用量は、化合物(II')1モルに対し、約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

- 該「アゾジカルボキシラート類」および「ホスフィン類」の使用量は、それぞれ化合物(II')1モルに対し、約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、ケトン類、スルホキシド類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

- 10 反応時間は通常約5分ないし約48時間、好ましくは約10分ないし約24時間である。反応温度は通常約-20ないし約200℃、好ましくは約0ないし約100℃である。

化合物(V')は、化合物(IV')をクライゼン転位させることにより製造される。

本反応は、無溶媒で行うか、反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。

- 15 このような溶媒としては、反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、炭化水素類、有機酸類、エーテル類、アニリン類（例、N,N-ジメチルアニリン、N,N-ジエチルアニリンなど）、フェノール類（例、2,6-ジメチルフェノールなど）、ハロゲン化炭化水素類またはこれらの混合溶媒などが用いられる。

- また、所望により酸触媒を用いて本反応を行ってもよい。酸触媒としては、塩化  
20 アルミニウム、三臭化ホウ素等のルイス酸類などが用いられる。酸触媒の使用量は、例えばルイス酸の場合、通常化合物(IV')1モルに対し約0.1ないし約20モル、好ましくは約0.1ないし約5モルである。反応時間は通常約30分ないし約24時間、好ましくは約1ないし約6時間である。反応温度は通常約-70ないし約300℃、好ましくは約150ないし約250℃である。

- 25 化合物(VI')は化合物(V')をプロトン酸、ルイス酸またはヨウ素存在下、閉環することにより製造することができる。プロトン酸としては、例えば塩酸、臭化水素酸、硫酸等の鉱酸類やメタンスルホン酸、トリフルオロメタンスルホン酸、フルオロスルホン酸等のスルホン酸類が用いられる。ルイス酸類としては、例えば塩化ア



ルミニウム、臭化アルミニウム、塩化チタン(IV)、塩化すず(IV)、塩化亜鉛、三塩化ホウ素、三臭化ホウ素、三フッ化ホウ素等が用いられる。通常、プロトン酸あるいはルイス酸はそれぞれ単独で用いられるが、所望により両者を組み合わせてもよい。プロトン酸を用いる場合は、化合物(V') 1 モルに対し約 1 ないし約 200 モル、  
5 好ましくは約 1 ないし約 100 モル用いる。ルイス酸を用いる場合は、化合物(V') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 3 モル用いる。ヨウ素を用いる場合は化合物(V') 1 モルに対し約 0.05 ないし約 1 モル、好ましくは約 0.1 ないし約 0.5 モル用いる。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、ケトン類、スルホキシド類等の溶媒またはこれらの混合溶媒等が好ましい。

反応温度は通常約-20 ないし約 150℃、好ましくは約 0 ないし約 120℃である。

反応時間は通常約 5 分ないし約 24 時間、好ましくは約 10 分ないし約 5 時間である。

15 化合物(VIII')は、化合物(VI')と化合物(VII')〔式中、R<sup>18</sup>は炭化水素基、hal はハロゲンを示す〕とを所望により塩基の存在下で反応させることにより製造される。

該「炭化水素基」としては、例えば、鎖状または環状炭化水素基（例、C<sub>1-6</sub>アルキル（例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ペンチル、ヘキシルなど）、C<sub>3-6</sub>シクロアルキル（例えば、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシルなど）、C<sub>6-14</sub>アリール（例えば、フェニル、1-ナフチル、2-ナフチル、ビフェニル、2-アンソリルなど）など）などが挙げられる。

化合物(VII')の使用量は、化合物(VI') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

25 該「塩基」としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第 3 級アミン類、アルカリ金属水素化物類、アルキル金属類、アリール金属類、金属アミド類、金属アルコキシド類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物(VI') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、スルホキシド類、水などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

- 5 反応時間は通常約 30 分ないし約 48 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -100 ないし約 200℃、好ましくは約 -80 ないし約 150℃である。

- 化合物(VIII')は、化合物(VI')と化合物(VII-a')〔式中、R<sup>19</sup>は置換基を有していてもよい炭化水素基を示す〕とを所望により塩基の存在下で反応させることによっても製造される。

- 該「炭化水素基」としては、例えば、鎖状または環状炭化水素基（例、C<sub>1-6</sub>アルキル（例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ペンチル、ヘキシルなど）、C<sub>3-6</sub>シクロアルキル（例えば、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシルなど）、C<sub>6-14</sub>アリール（例えば、フェニル、1-ナフチル、2-ナフチル、ビフェニル、2-アンシリルなど）、C<sub>7-16</sub>アラルキル（例えば、ベンジル、1-ナフチルメチルなど））などが挙げられる。

- 該「置換基を有していてもよい炭化水素基」の「置換基」としては、例えばハロゲン原子（例、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素など）、ハロゲン化されていてもよい C<sub>1-6</sub>アルキルなどが挙げられる。

化合物(VII-a')の使用量は、化合物(VI')1 モルに対し約 1 ないし約 3 モル、好ましくは約 1 ないし約 1.5 モルである。

- 該「塩基」としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第 3 級アミン類、金属水素化物類、アルキル金属類、アリール金属類、金属アミド類、金属アルコキシド類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物(VI')1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、

炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、スルホキンド類、水などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

反応時間は通常約 30 分ないし約 48 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -100 ないし約 200℃、好ましくは約 -80 ないし約 150℃である。

- 5 化合物(X')〔式中、Z は置換基を有していてもよいヒドロキシ基あるいはハロゲンを示す〕は、化合物(VI')と化合物(IX')〔式中、M は金属を示す。ただし、M が多価の場合は塩を含む〕とを反応させ、所望によりアシル化あるいはハロゲン化を行うことにより製造される。
- 10 該「置換基を有していてもよいヒドロキシ基」で示されるZとしては例えばヒドロキシ、ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキルカルボニルオキシ（例、アセチルオキシ、トリフルオロアセチルオキシ、プロピオニルオキシ等）、ハロゲン化されていてもよい $C_{1-6}$ アルキルスルホニルオキシ（例、メタンスルホニルオキシ、トリフルオロメタンスルホニルオキシ、エタンスルホニルオキシ等）、置換基を有し
- 15 ていてもよい $C_{6-10}$ アリールスルホニルオキシ等が挙げられる。「置換基を有していてもよい $C_{6-10}$ アリールスルホニルオキシ」としては、例えばハロゲン、 $C_{1-6}$ アルキル、 $C_{1-6}$ アルコキシおよびニトロから選ばれる置換基を 1 ないし 3 個有していてもよい $C_{6-10}$ アリールスルホニルオキシ（例、フェニルスルホニルオキシ、ナフチルスルホニルオキシ等）等が挙げられ、具体例としては、フェニルスルホニルオキシ、p-
- 20 クロロフェニルスルホニルオキシ、m-ニトロフェニルスルホニルオキシ、p-トルエンスルホニルオキシ等が挙げられる。

該「金属」としては、マグネシウムハライド（例、マグネシウムブロミド、マグネシウムクロリドなど）、リチウムなどが挙げられる。

- 化合物(IX')の使用量は、化合物(VI')1 モルに対し約 1 ないし約 3 モル、好ましくは約 1 ないし約 1.5 モルである。

本反応は所望により添加剤を用いてもよい。

該「添加剤」としては、塩化セリウム(III)、ヨウ化銅(I)などが挙げられる。添加剤の使用量は、化合物(VI')1 モルに対し約 0.1 ないし約 5 モル、好ましくは約

0.1 ないし約 2 モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

- 5 反応時間は通常約 10 分ないし約 48 時間、好ましくは約 30 分ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -100 ないし約 150℃、好ましくは約 -80 ないし約 100℃である。

得られたアルコール体は必要に応じ、アシル化反応に付す。

- 化合物(X') (式中、Z はヒドロキシ基を示す) とアシル化剤とを、所望により塩基または酸の存在下反応させる。
- 10

該「アシル化剤」としては、例えば、対応するカルボン酸またはその反応性誘導体 (例えば、酸ハライド、酸無水物、エステル等) 等が挙げられる。化合物(X') 1 モルに対しアシル化剤を約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モル用いる。

- 15 本反応は無溶媒または反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、ケトン類、スルホキシド類、芳香族アミン類、水等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

- 所望により用いられる塩基としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第 3 級アミン類等が挙げられる。
- 20

所望により用いられる酸としては、例えばメタンスルホン酸、p-トルエンスルホン酸、カンファースルホン酸等が挙げられる。

反応温度は約 -20 ないし約 200℃、好ましくは約 0 ないし約 150℃である。反応時間は通常約 5 分ないし約 48 時間、好ましくは約 10 分ないし約 24 時間である。

- 25 また、得られたアルコール体は必要に応じ、ハロゲン化反応に付す。

化合物(X') (式中、Z はヒドロキシ基を示す) とハロゲン化剤とを、所望により塩基の存在下反応させる。

該「ハロゲン化剤」としては、例えば塩化チオニル、臭化チオニル等のハロゲン

化チオニル類、塩化ホスホリル、臭化ホスホリル等のハロゲン化ホスホリル類、五塩化リン、三塩化リン、五臭化リン、三臭化リン等のハロゲン化リン類、オキサリルクロリド等のオキサリルハライド類、ホスゲン等が挙げられる。化合物(X') 1 モルに対してハロゲン化剤を約 1 ないし約 30 モル、好ましくは約 1 ないし約 10 モル用いる。

該「塩基」としては、第 3 級アミン類などが挙げられる。

本反応は無溶媒で行うか、反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えば炭化水素類、エーテル類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

反応時間は通常約 10 分ないし約 12 時間、好ましくは約 10 分ないし約 5 時間である。反応温度は通常約 -10 ないし約 200℃、好ましくは約 -10 ないし約 120℃である。

化合物(I') [式中、Y は  $\text{CH}_2$  あるいは  $\text{CH}(\text{OH})$  を、n は 0 を示す] は、化合物(VIII') と化合物(XI') とを酸あるいはハロゲン化試薬の存在下反応させることにより製造される。

化合物(XI') の使用量は、化合物(VIII') 1 モルに対し約 0.5 ないし約 5 モル、好ましくは約 0.5 ないし約 2 モルである。なお、化合物(XI') を溶媒として用いることもでき、その場合の使用量は、化合物(VIII') 1 グラムに対し約 0.5 ないし約 10 ミリリットル、好ましくは約 1 ないし約 5 ミリリットルである。

該「酸」としては、硫酸、塩化水素、臭化水素、ヨウ化水素、過塩素酸等の鉱酸、三フッ化ホウ素ジエチルエーテル錯体、塩化亜鉛、塩化アルミニウム等のルイス酸等が用いられる。酸の使用量は化合物(VIII') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 3 モルである。

該「ハロゲン化試薬」としては、臭素、塩素、ヨウ素等のハロゲン類、N-プロモスクシンイミド等のイミド類、ジクロロヨウ素酸ベンジルトリメチルアンモニウム、三臭化ベンジルトリメチルアンモニウム等のハロゲン付加物類等が用いられる。ハロゲン化試薬の使用量は、化合物(VIII') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ま

しくは約1ないし約2モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えば炭化水素類、有機酸類、ハロゲン化炭化水素類またはこれらの混合物等が好ましい。

- 5 反応時間は通常約10分ないし約48時間、好ましくは約15分ないし約24時間である。反応温度は通常約-20ないし約150℃、好ましくは約0ないし約100℃である。

化合物(I')〔式中、YはCH<sub>2</sub>を、nは0を示す〕は、化合物(VIII')と化合物(XII')とを塩化ホスホリルの存在下反応させることによって製造される。

- 10 化合物(XII')の使用量は、化合物(VIII')1モルに対し約0.5ないし約5モル、好ましくは約0.5ないし約3モルである。

塩化ホスホリルの使用量は化合物(VIII')1モルに対し約0.5ないし約5モル、好ましくは約0.5ないし約3モルである。なお、塩化ホスホリルを溶媒として用いることもでき、その場合の使用量は、化合物(VIII')1グラムに対し約0.5ないし約20ミリリットル、好ましくは約1ないし約10ミリリットルである。

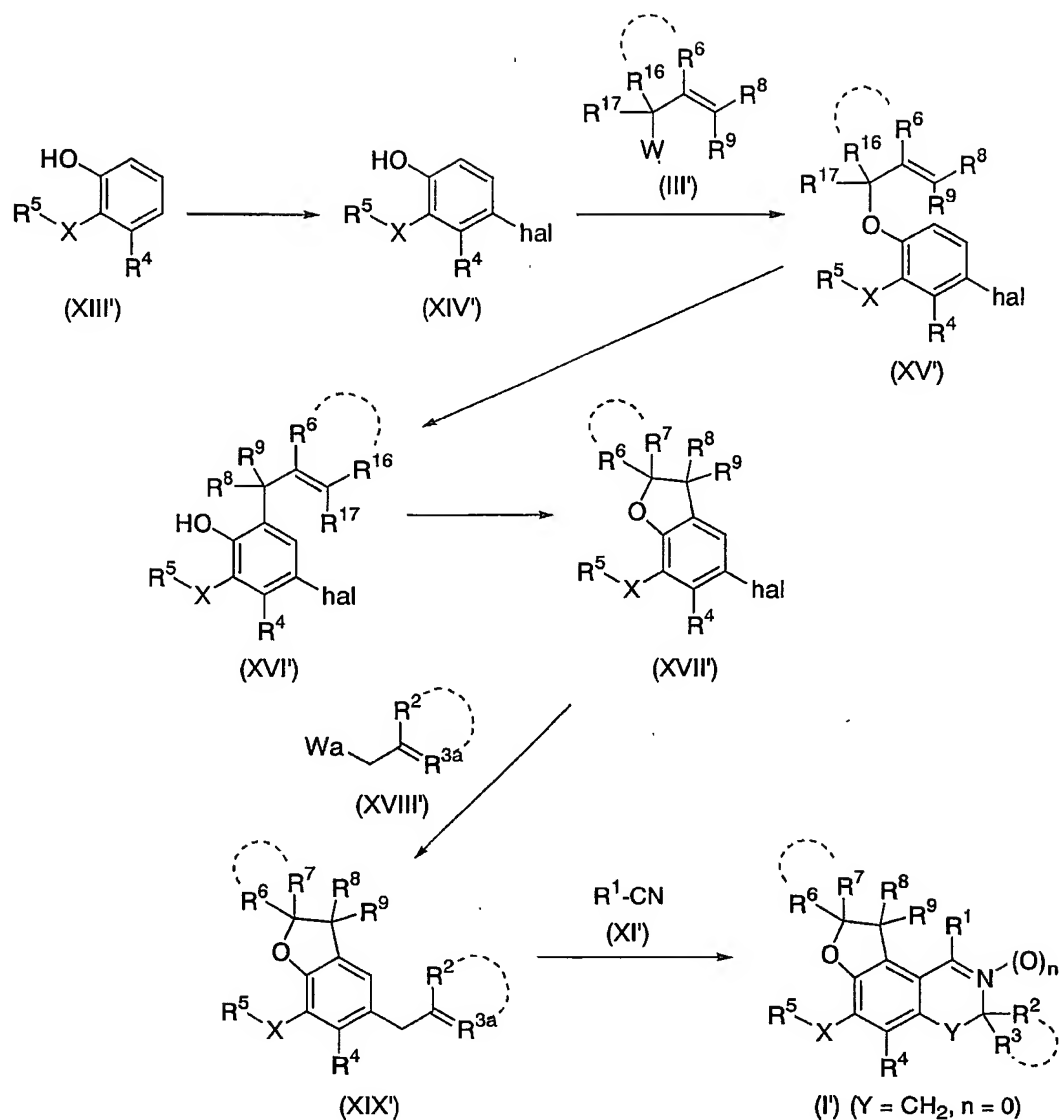
- 15 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えば炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類またはこれらの混合物等が好ましい。

反応時間は通常約10分ないし約48時間、好ましくは約15分ないし約24時間である。反応温度は通常約-20ないし約150℃、好ましくは約0ないし約100℃である。

- 20 化合物(I')〔式中、YはCH<sub>2</sub>あるいはCH(OH)を、nは0を示す〕は、化合物(VIII')と化合物(XI')から化合物(I')を製造するときと同様にして、化合物(X')と化合物(XI')からも製造される。

化合物(I')は反応式2に示した工程によっても製造される。

## 反応式 2



化合物(XIV')〔式中、hal はハロゲンを示す〕は化合物(XIII')とハロゲン化試薬とを反応させることにより製造される。

該「ハロゲン化試薬」としては、臭素、塩素、ヨウ素等のハロゲン類、N-プロモスクシンイミド等のイミド類、ジクロロヨウ素酸ベンジルトリメチルアンモニウム、三臭化ベンジルトリメチルアンモニウム等のハロゲン付加物類等が用いられる。ハロゲン化試薬の使用量は、化合物(XIII')1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒とし

ては反応が進行する限り特に限定されないが、例えば炭化水素類、有機酸類、ハロゲン化炭化水素類またはこれらの混合物等が好ましい。

反応時間は通常約 10 分ないし約 48 時間、好ましくは約 15 分ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -20 ないし約 150℃、好ましくは約 0 ないし約 100℃である。

化合物(XIV')から化合物(XVII')までの工程は、反応式 1 の化合物(II')から化合物(VI')を製造する方法に準じて行われる。

化合物(XIX')は化合物(XVII')と化合物(XVIII')〔式中、 $R^{3a}$ は $R^3$ から水素原子を一つ除いた二価基、 $W_a$ は脱離基を示す〕とを塩基の存在下反応させることにより製造される。

化合物(XVIII')の使用量は、化合物(XVII')1 モルに対し約 1 ないし約 3 モル、好ましくは約 1 ないし約 1.5 モルである。

該「脱離基」としては、例えばハロゲン原子（例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等）、ハロゲン化されていてもよい $C_{1-5}$ アルキルスルホニルオキシ（例えば、メタンスルホニルオキシ、エタンスルホニルオキシ、トリクロロメタンスルホニルオキシ等）、置換基を有していてもよい $C_{6-10}$ アリールスルホニルオキシ等が挙げられる。「置換基を有していてもよい $C_{6-10}$ アリールスルホニルオキシ」としては、例えば $C_{1-6}$ アルキル（例、メチル、エチル等）、 $C_{1-6}$ アルコキシ（例、メトキシ、エトキシ等）およびニトロから選ばれる置換基を 1 ないし 3 個有していてもよい $C_{6-10}$ アリールスルホニルオキシ（例、フェニルスルホニルオキシ、ナフチルスルホニルオキシ等）等が挙げられ、具体例としては、フェニルスルホニルオキシ、*m*-ニトロフェニルスルホニルオキシ、*p*-トルエンスルホニルオキシ等が挙げられる。

該「塩基」としては、金属アミド類、アルキル金属類、アリール金属類などが挙げられる。塩基の使用量は、化合物(XVII')1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

本反応は所望により添加剤を用いてもよい。

該「添加剤」としては、塩化セリウム(III)、ヨウ化銅(I)などが挙げられる。添加剤の使用量は、化合物(XVII')1 モルに対し約 0.1 ないし約 5 モル、好ましくは



約 0.1 ないし約 2 モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

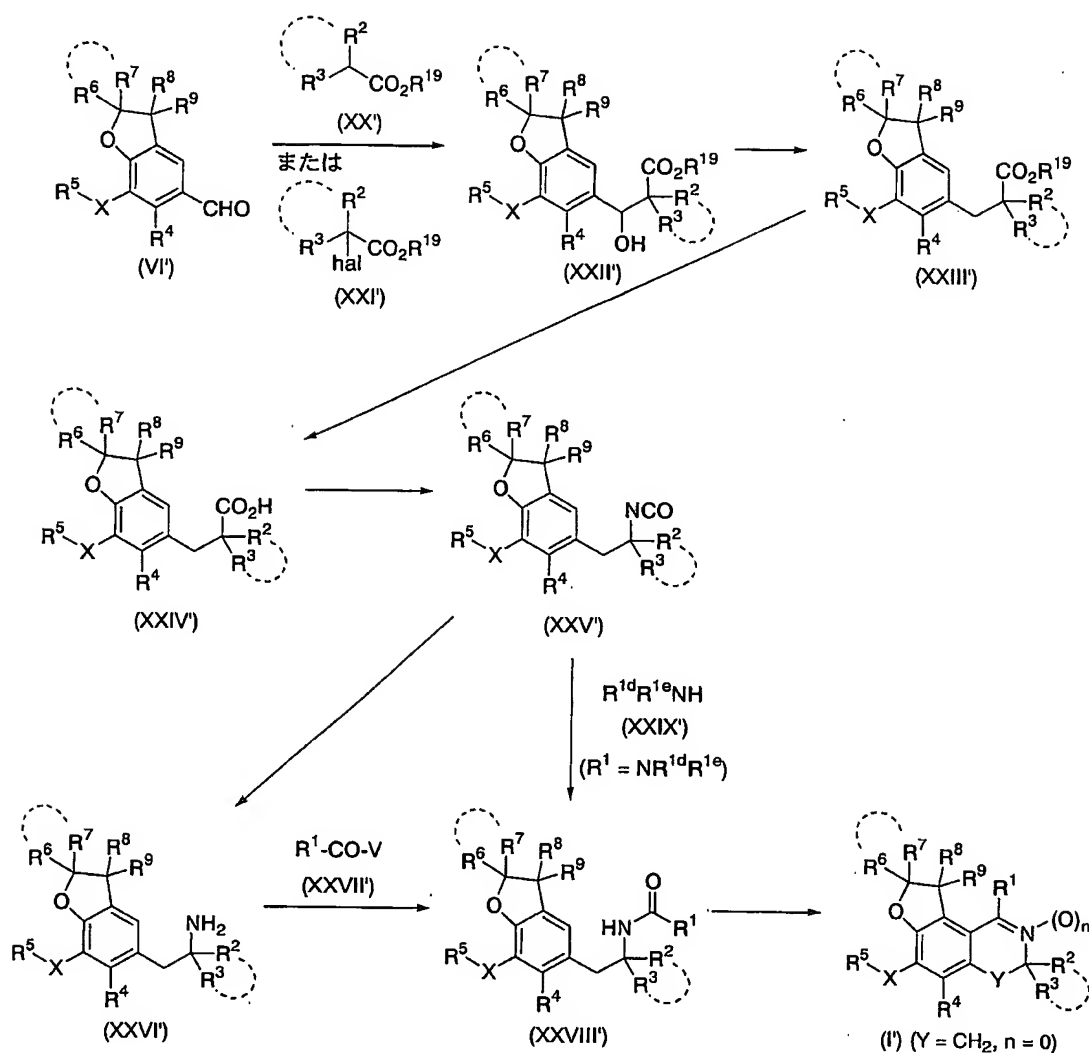
- 5 反応時間は通常約 10 分ないし約 48 時間、好ましくは約 30 分ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -100 ないし約 150℃、好ましくは約 -80 ないし約 100℃である。

化合物(I')〔式中、YはCH<sub>2</sub>を、nは0を示す〕は、化合物(VIII')と化合物(XI')から化合物(I')を製造するときと同様にして、化合物(XIX')と化合物(XI')からも製造される。

10

化合物(I')は反応式 3 に示した工程によっても製造される。

## 反応式 3



化合物(XXII')は化合物(VI')と化合物(XX')〔式中、 $R^{19}$ は置換基を有していてもよい炭化水素基を示す〕を塩基の存在下反応させることにより製造される。

該「炭化水素基」としては、例えば、鎖状または環状炭化水素基（例、 $C_{1-6}$ アルキル（例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ペンチル、ヘキシルなど）、 $C_{3-6}$ シクロアルキル（例えば、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシルなど）、 $C_{6-14}$ アリール（例えば、フェニル、1-ナフチル、2-ナフチル、ビフェニル、2-アンスリルなど）、 $C_{7-16}$ アラルキル（例えば、ベンジル、2-ナフチルメチルなど）など）などが挙げられる。

該「置換基を有していてもよい炭化水素基」の「置換基」としては、例えばハロゲン原子（例、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素など）、ハロゲン化されていてもよい  $C_{1-6}$  アルキルなどが挙げられる。

- 化合物 (XX') の使用量は、化合物 (VI') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

該「塩基」としては、例えばアルカリ金属水素化物類、アルキル金属類、アリー金属類、金属アミド類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物 (VI') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

- 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

反応時間は通常約 30 分ないし約 48 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -100 ないし約 150℃、好ましくは約 -80 ないし約 100℃である。

- 化合物 (XXII') は化合物 (VI') と化合物 (XXI') [式中、 $R^{19}$  および hal は上記と同意義を示す] を亜鉛の存在下反応させることにより製造される。

化合物 (XXI') および亜鉛の使用量は、それぞれ化合物 (VI') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

- 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類、ニトリル類などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

反応時間は通常約 30 分ないし約 48 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 0 ないし約 200℃、好ましくは約 0 ないし約 150℃である。

- 化合物 (XXIII') は化合物 (XXII') を還元することにより製造される。

還元中使用される還元剤としては、例えばトリエチルシランなどのシラン類、水素化トリブチルすず、水素化アルミニウム、水素化ジイソブチルアルミニウム等の金属水素化物類、水素化リチウムアルミニウム、水素化ホウ素ナトリウム等の金属

水素錯化合物類、ボランテトラヒドロフラン錯体、ボランジメチルスルフィド錯体等のボラン錯体類、テキシルボラン、ジシアミルボラン等のアルキルボラン類、ジボラン、または亜鉛、アルミニウム、すず、鉄等の金属類、ナトリウム、リチウム等のアルカリ金属／液体アンモニア（バーチ還元）等が挙げられる。

- 5     還元剤の使用量は、例えばシラン類、金属水素化物類、金属水素錯化合物類の場合、化合物(XXII') 1 モルに対してそれぞれ約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 3 モル、ボラン錯体類、アルキルボラン類またはジボランの場合、化合物(XXII') 1 モルに対して約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 5 モル、金属類、アルカリ金属の場合それぞれ約 1 ないし約 20 当量、好ましくは約 1 ないし約 5 当量である。本反応では所望によりルイス酸類を用いてもよい。該「ルイス酸類」としては、例えば塩化アルミニウム、臭化アルミニウム、塩化チタン(IV)、塩化すず(II)、塩化亜鉛、三塩化ホウ素、三臭化ホウ素、三フッ化ホウ素等が用いられる。ルイス酸の使用量は化合物(XXII') 1 モルに対して約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。
- 10     また、水素添加反応によっても還元され、この場合、例えばパラジウム炭素、酸化白金(IV)、ラネーニッケル、ラネーコバルト等の触媒等が用いられる。触媒の使用量は化合物(XXII') に対して約 5 ないし約 1000 重量％、好ましくは約 10 ないし約 300 重量％である。

- 20     本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、アミド類、有機酸類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

- 25     反応時間は用いる還元剤の種類や量あるいは触媒の活性および量によって異なるが、通常約 1 時間ないし約 100 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 50 時間である。反応温度は通常約 -20 ないし約 120℃、好ましくは約 0 ないし約 80℃である。水素添加触媒を用いた場合、水素の圧力は通常約 1 ないし約 100 気圧である。

化合物(XXIV') は酸あるいは塩基を用いて化合物(XXIII') のエステル基を加水分解することによって製造される。

酸加水分解には、一般に塩酸、硫酸などの鉱酸類や三塩化ホウ素、三臭化ホウ素などのルイス酸類、ルイス酸とチオールまたはスルフィドの併用、トリフルオロ酢酸、p-トルエンスルホン酸などの有機酸類が用いられる。

5 塩基性加水分解には、無機塩基類、塩基性塩類、金属アルコキシドなどが用いられる。

これら酸および塩基の使用量は化合物(XXIII')1モルに対して約0.5ないし約10モル、好ましくは約0.5ないし約5モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、炭化水素類、10 有機酸類、エーテル類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、ケトン類、スルホキシド類、水などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

反応時間は通常約10分ないし約48時間、好ましくは約15分ないし約24時間である。反応温度は通常約-20ないし約150℃、好ましくは約0ないし約100℃である。

15 化合物(XXV')は化合物(XXIV')を直接、またはその反応性誘導体(例えば、酸ハライド、酸アミド、酸無水物、エステル等)等に変換した後、転位反応に付すことにより製造される。

該「転位反応」としては、クルチウス(Curtius)転位、ホフマン(Hofmann)転位、シュミット(Schmidt)転位などが用いられる。

20 以下にジフェニルホスホリルアジドを用いる例を挙げる。

ジフェニルホスホリルアジドの使用量は、化合物(XXIV')1モルに対し約1ないし約3モル、好ましくは約1ないし約1.5モルである。

本反応は所望に応じて塩基の存在下行われる。

該「塩基」としては第3級アミン類、芳香族アミン類などが好ましい。

25 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えば炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、エーテル類またはこれらの混合物等が好ましい。

反応時間は通常約10分ないし約48時間、好ましくは約15分ないし約24時間で

ある。反応温度は通常約-20 ないし約 200℃、好ましくは約 0 ないし約 150℃である。

他の反応の条件としては、第4版実験化学講座20（日本化学会編）、304、477～479頁記載の方法およびそれに準じる方法などが用いられる。

- 5 化合物(XXVI')は化合物(XXV')を酸加水分解することにより製造される。

酸加水分解には、一般に塩酸、硫酸などの鉱酸類や三塩化ホウ素、三臭化ホウ素などのルイス酸類、ルイス酸とチオールまたはスルフィドの併用、トリフルオロ酢酸、p-トルエンスルホン酸などの有機酸類が用いられる。

- 10 これら酸の使用量は化合物(XXV')1モルに対して約0.5ないし約10モル、好ましくは約0.5ないし約5モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えば炭化水素類、エーテル類、ハロゲン化炭化水素類、ケトン類、スルホキシド類、水などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

- 15 反応時間は通常約 10 分ないし約 48 時間、好ましくは約 15 分ないし約 24 時間である。反応温度は通常約-20 ないし約 200℃、好ましくは約 0 ないし約 150℃である。

- 20 化合物(XXVIII')は化合物(XXVI')と化合物(XXVII')〔式中、Vは置換基を有していてもよいヒドロキシ基、ハロゲンなどを示す〕とを所望により塩基または酸の存在下反応させることにより製造される。

- 25 該「置換基を有していてもよいヒドロキシ基」で示されるVとしては例えばヒドロキシ、ハロゲン化されていてもよいC<sub>1-6</sub>アルキルカルボニルオキシ（例、アセチルオキシ、トリフルオロアセチルオキシ、プロピオニルオキシ等）、ハロゲン化されていてもよいC<sub>1-6</sub>アルキルスルホニルオキシ（例、メタンスルホニルオキシ、トリフルオロメタンスルホニルオキシ、エタンスルホニルオキシ等）、置換基を有していてもよいC<sub>6-10</sub>アリールスルホニルオキシ、あるいは式R<sup>1</sup>-CO<sub>2</sub>等が挙げられる。

「置換基を有していてもよいC<sub>6-10</sub>アリールスルホニルオキシ」としては、例えばハロゲン、C<sub>1-6</sub>アルキル、C<sub>1-6</sub>アルコキシおよびニトロから選ばれる置換基を1ないし

3個有していてもよい $C_{6-10}$ アリールスルホニルオキシ（例、フェニルスルホニルオキシ、ナフチルスルホニルオキシ等）等が挙げられ、具体例としては、フェニルスルホニルオキシ、*p*-クロロフェニルスルホニルオキシ、*m*-ニトロフェニルスルホニルオキシ、*p*-トルエンスルホニルオキシ等が挙げられる。

- 5 化合物(XXVII')の使用量は、化合物(XXVI')1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モル用いる。

本反応は無溶媒または反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、ケトン類、スルホキシド

10 類、芳香族アミン類、水等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

所望により用いられる塩基としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第3級アミン類等が挙げられる。

所望により用いられる酸としては、例えばメタンスルホン酸、*p*-トルエンスルホン酸、カンファースルホン酸等が挙げられる。

- 15 反応温度は約-20ないし約200℃、好ましくは約0ないし約150℃である。反応時間は通常約5分ないし約48時間、好ましくは約10分ないし約24時間である。

化合物(XXVIII')は化合物(XXV')と化合物(XXIX')〔式中、 $R^{1d}$ および $R^{1e}$ は $R^1$ の一部を形成する置換基で、それぞれ水素原子または置換基を有していてもよい炭化水素基を示す〕とを所望により塩基または酸の存在下反応させることによって製造される。

20

- 該「炭化水素基」としては、例えば、鎖状または環状炭化水素基（例、 $C_{1-6}$ アルキル（例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、*sec*-ブチル、*tert*-ブチル、ペンチル、ヘキシルなど）、 $C_{3-6}$ シクロアルキル（例えば、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシルなど）、 $C_{6-14}$
- 25 アリール（例えば、フェニル、1-ナフチル、2-ナフチル、ビフェニリル、2-アンシリルなど）、 $C_{7-16}$ アラルキル（例えば、ベンジル、1-ナフチルメチルなど））などが挙げられる。

該「置換基を有していてもよい炭化水素基」の「置換基」としては、例えばハロ

ゲン原子（例、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素など）、ハロゲン化されていてもよい  $C_{1-6}$  アルキルなどが挙げられる。

化合物(XXIX')の使用量は、化合物(XXV') 1 モルに対し約 1 ないし約 3 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

- 5     本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、スルホキシド類などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

- 10    反応時間は通常約 30 分ないし約 48 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -20 ないし約 150℃、好ましくは約 0 ないし約 100℃である。

化合物(I') [式中、Yは $CH_2$ を、nは0を示す] は、化合物(XXVIII')をハロゲン化剤等を用いて分子内環化させることにより製造される。

- 15    該「ハロゲン化剤等」としては塩化ホスホリル、五塩化リン、五酸化二リン、塩化アルミニウム等が挙げられる。

- 20    該「ハロゲン化剤等」の使用量は化合物(XXVIII') 1 モルに対して約 1 ないし約 20 モル、好ましくは約 1 モルないし約 5 モルである。なお、該「ハロゲン化剤等」を溶媒として用いることもでき、その場合の使用量は、化合物(XXVIII') 1 グラムに対し約 0.5 ないし約 20 ミリリットル、好ましくは約 1 ないし約 10 ミリリットルである。

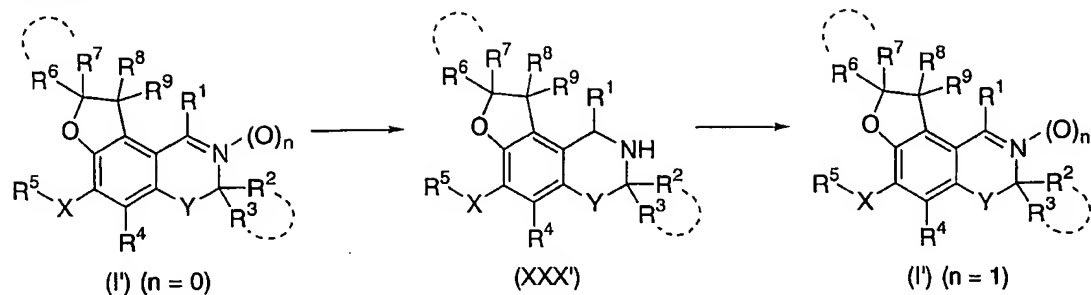
本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えば炭化水素類、ニトリル類、ハロゲン化炭化水素類等の溶媒またはこれらの混合溶媒等が好ましい。

- 25    反応温度は約 -20 ないし約 200℃、好ましくは約 0 ないし約 150℃である。反応時間は通常約 5 分ないし約 48 時間、好ましくは約 10 分ないし約 24 時間である。

化合物(I')は反応式 4 に示した工程によっても製造される。



## 反応式 4



化合物(XXX')は、化合物(I')〔式中、 $n$ は0を示す〕を還元することにより製造される。

還元を使用される還元剤としては、例えば水素化トリブチルすず、水素化アルミニウム、水素化ジイソブチルアルミニウム等の金属水素化物類、水素化リチウムアルミニウム、水素化ホウ素ナトリウム等の金属水素錯化合物類、ボランテトラヒドロフラン錯体、ボランジメチルスルフィド錯体等のボラン錯体類、テキシルボラン、ジシamilボラン等のアルキルボラン類、ジボラン、または亜鉛、アルミニウム、すず、鉄等の金属類、ナトリウム、リチウム等のアルカリ金属／液体アンモニア（バーチ還元）等が挙げられる。

還元剤の使用量は、例えば金属水素化物類、金属水素錯化合物類の場合、化合物(I') 1 モルに対してそれぞれ約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 3 モル、ボラン錯体類、アルキルボラン類またはジボランの場合、化合物(I') 1 モルに対して約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 5 モル、金属類、アルカリ金属の場合それぞれ約 1 ないし約 20 当量、好ましくは約 1 ないし約 5 当量である。本反応では所望によりルイス酸類を用いてもよい。該「ルイス酸類」としては、例えば塩化アルミニウム、臭化アルミニウム、塩化チタン(IV)、塩化すず(II)、塩化亜鉛、三塩化ホウ素、三臭化ホウ素、三フッ化ホウ素等が用いられる。ルイス酸の使用量は化合物(I') 1 モルに対して約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

また、水素添加反応によっても還元され、この場合、例えばパラジウム炭素、酸化白金(IV)、ラネーニッケル、ラネーコバルト等の触媒等が用いられる。触媒の使

用量は化合物(I')に対して約5ないし約1000重量%、好ましくは約10ないし約300重量%である。

- 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、有機酸類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

反応時間は用いる還元剤の種類や量あるいは触媒の活性および量によって異なるが、通常約1時間ないし約100時間、好ましくは約1時間ないし約50時間である。反応温度は通常約-20ないし約120℃、好ましくは約0ないし約80℃である。水素添加触媒を用いた場合、水素の圧力は通常約1ないし約100気圧である。

- 10 化合物(I')〔式中、nは1を示す〕は、化合物(XXX')を酸化することにより製造される。

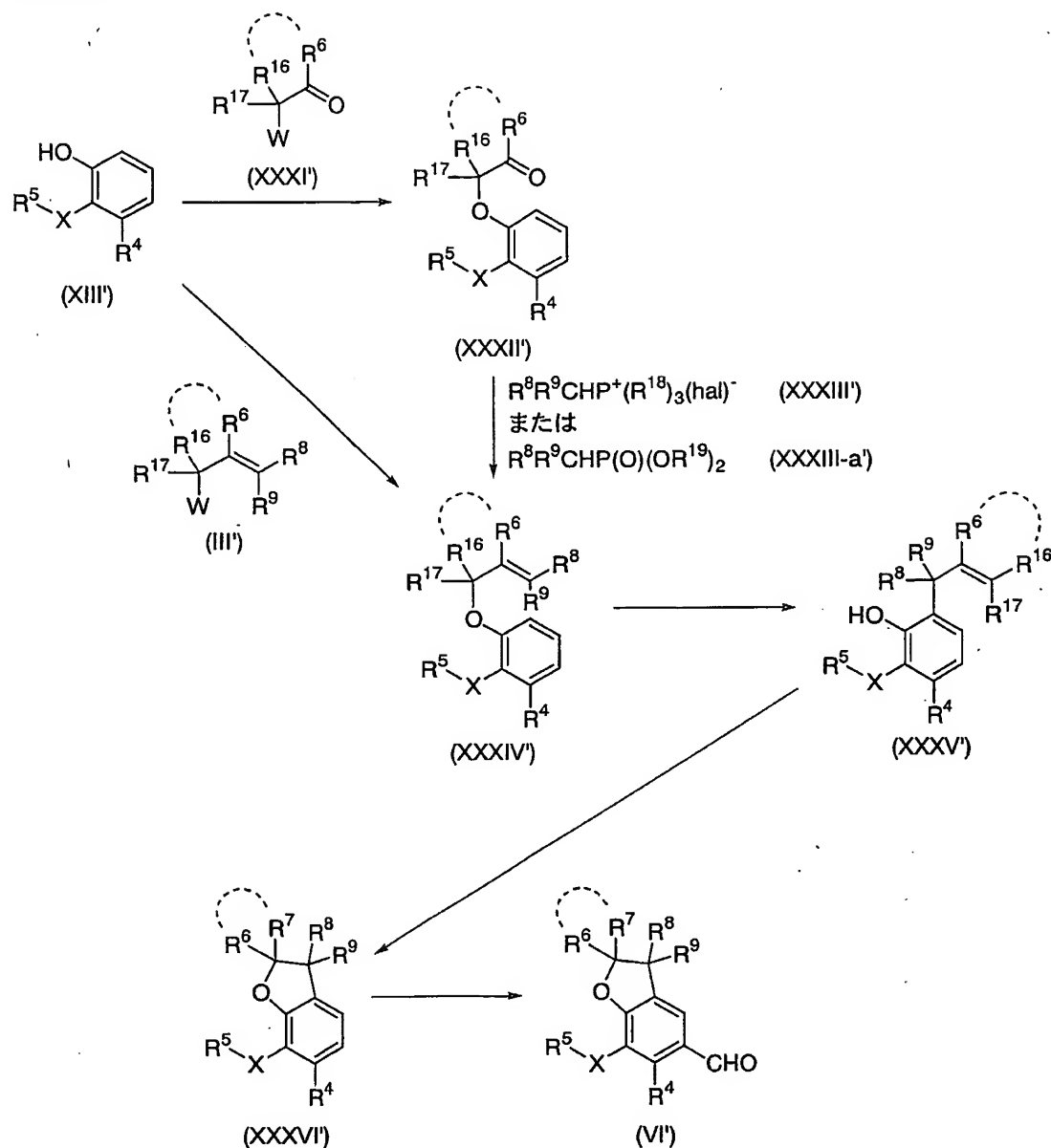
酸化に使用される酸化剤としては、例えば過酸化水素などが用いられる。酸化剤の使用量は、化合物(XXX')1モルに対し約1ないし約20モル、好ましくは約1ないし約5モルである。

- 15 本反応ではタングステン(VI)酸ナトリウムなどの触媒を用いるのが好ましい。触媒の使用量は化合物(XXX')1モルに対し約0.05ないし約1モル、好ましくは約0.05ないし約0.5モルである。

- 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、水などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

反応時間は通常約30分ないし約48時間、好ましくは約1時間ないし約24時間である。反応温度は通常約-20ないし約150℃、好ましくは約0ないし約100℃である。

## 反応式 5



化合物(XXXII')は、化合物(II')と化合物(III')から化合物(IV')を製造するとき  
 5 と同様にして、化合物(XIII')と化合物(XXXI')〔式中、 $R^{16}$ 、 $R^{17}$ および $W$ は上記と  
 同意義を示す〕から製造される。

化合物(XXXIV')は、化合物(VI')と化合物(VII')から化合物(VIII')を製造する  
 ときと同様にして、化合物(XXXII')と化合物(XXXIII')〔式中、 $R^{18}$ および $hal$ は上記と  
 同意義を示す〕から製造される。

10 化合物(XXXIV')は、化合物(VI')と化合物(VII-a')から化合物(VIII')を製

造するときと同様にして、化合物(XXXII')と化合物(XXXIII-a')〔式中、R<sup>19</sup>は上記と同意義を示す〕からも製造される。

化合物(XXXIV')は、化合物(II')と化合物(III')から化合物(IV')を製造するときと同様にして、化合物(XIII')と化合物(III')からも製造される。

- 5 化合物(XXXIV')から化合物(XXXVI')までの工程は、反応式1の化合物(IV')から化合物(VI')を製造する方法に準じて行われる。

化合物(VI')は、化合物(XXXVI')を酸触媒の存在下、ホルムアミド類を反応させることにより製造される。

- 10 該「ホルムアミド類」としては、例えばジメチルホルムアミドやN-メチルホルムアニリド等が挙げられる。ホルムアミド類は、化合物(XXXVI')1モルに対し約1ないし約10モル、好ましくは約1ないし約5モル用いる。

該「酸触媒」としては、例えば塩化ホスホリルや塩化チオニル等が挙げられる。酸触媒は通常化合物(XXXVI')1モルに対し約1ないし約10モル、好ましくは約1ないし約5モル用いる。

- 15 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアミド類、エーテル類、炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類などの溶媒またはそれらの混合溶媒などが好ましい。

反応時間は通常約10分ないし約48時間、好ましくは約30分ないし約24時間である。

- 20 反応温度は通常約-20ないし約150℃、好ましくは約0ないし約100℃である。

また、化合物(VI')は化合物(XXXVI')をジクロロメチルアルキルエーテル類と酸触媒の存在下で反応させることにより製造することもできる。

- 25 該「ジクロロメチルアルキルエーテル類」としては、例えばジクロロメチルメチルエーテルやジクロロメチルブチルエーテル等が挙げられる。ジクロロメチルアルキルエーテル類は、化合物(XXXVI')1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約3モル用いる。

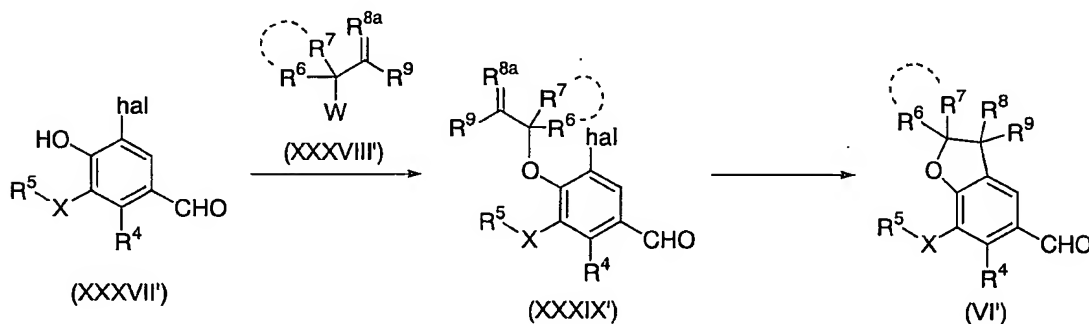
該「酸触媒」としては、例えば塩化チタン(IV)、塩化アルミニウムあるいは塩化スズ(IV)等が挙げられる。酸触媒は通常化合物(XXXVI')1モルに対し約1ないし約5

モル、好ましくは約1ないし約3モル用いる。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類などの溶媒またはそれらの混合溶媒などが好ましい。

- 5 反応時間は通常約10分ないし約48時間、好ましくは約30分ないし約24時間である。  
反応温度は通常約-20ないし約100℃、好ましくは約0ないし約80℃である。

#### 反応式 6



- 10 化合物(XXXIX')は、化合物(II')と化合物(III')から化合物(IV')を製造するときと同様にして、化合物(XXXVII')〔式中、halはハロゲンを示す〕と化合物(XXXVIII')〔式中、R<sup>8a</sup>はR<sup>8</sup>から水素原子を一つ除いた二価基を、Wは上記と同意義を示す〕から製造される。

- 15 化合物(VI')は化合物(XXXIX')を触媒の存在下、あるいはラジカル開始剤の存在下、閉環することにより製造することができる。

触媒を用いる閉環反応の場合、該「触媒」としては、酢酸パラジウム(II)、塩化パラジウム(II)などのパラジウム類などが挙げられる。触媒の使用量は化合物(XXXIX')1モルに対し約0.01ないし約0.5モル、好ましくは約0.01ないし約0.2モルである。

- 20 本反応は添加剤を用いるのが好ましい。該「添加剤」として、例えば、塩化テトラブチルアンモニウム、塩化テトラメチルアンモニウム、塩化テトラエチルアンモニウムクロリドなどの4級アンモニウム塩、塩化リチウムなどのハロゲン化金属、トリフェニルホスフィンなどが挙げられる。添加剤の使用量は化合物(XXXIX')1モ

ルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

本反応は所望により塩基を用いるのが好ましい。該「塩基」としては、無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第3級アミン類、金属アルコキシド類などが挙げられる。塩基の使用量は、化合物(XXXIX') 1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

さらに、本反応はギ酸ナトリウムなどのギ酸塩を添加するのが好ましい。ギ酸塩の使用量は化合物(XXXIX') 1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ケトン類などの溶媒またはこれらの混合溶媒等が好ましい。

反応時間は通常約10分ないし約48時間、好ましくは約30分ないし約24時間である。反応温度は通常約0ないし約150℃、好ましくは約0ないし約120℃である。

ラジカル開始剤を用いる閉環反応の場合、該「ラジカル開始剤」としては例えば過酸化ベンゾイル、2,2'-アゾビス(イソブチロニトリル)等が挙げられる。ラジカル開始剤の使用量は、化合物(XXXIX') 1モルに対し約0.01ないし約1モル、好ましくは約0.01ないし0.1モルである。

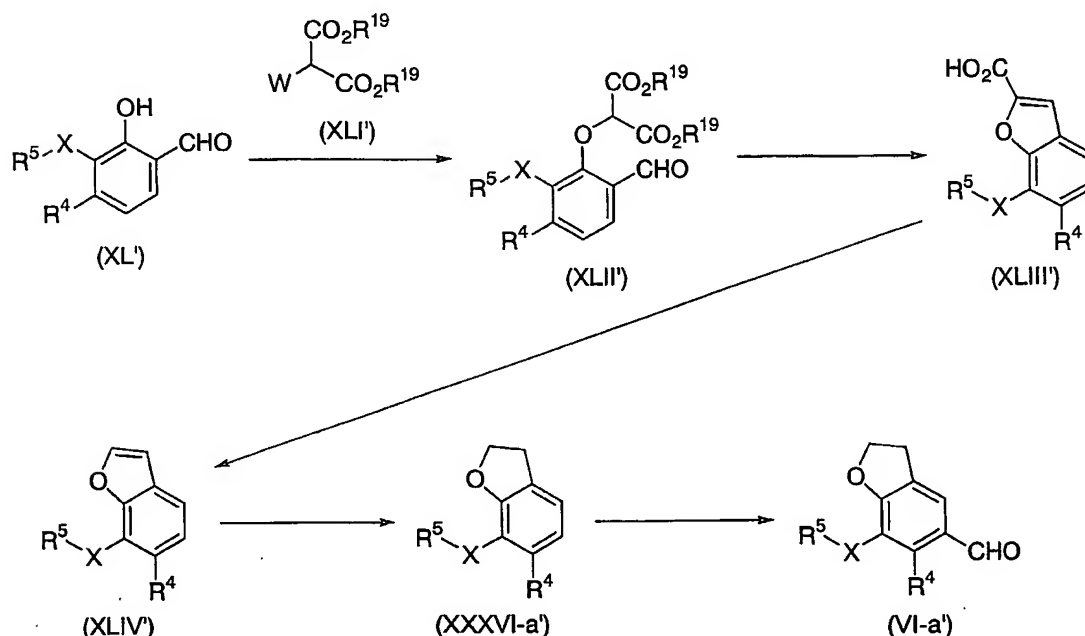
本反応ではラジカル源等が用いられる。該「ラジカル源等」として、例えば、次亜リン酸、トリス(トリメチルシリル)シラン、水素化トリブチルすずなどが挙げられる。ラジカル源等の使用量は化合物(XXXIX') 1モルに対し約1ないし約100モル、好ましくは約1ないし約50モルである。

本反応は所望により塩基を用いるのが好ましい。該「塩基」としては、無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第3級アミン類、金属アルコキシド類などが挙げられる。塩基の使用量は、化合物(XXXIX') 1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ケトン類などの溶媒またはこれらの混合溶媒等が好ましい。

反応時間は通常約 10 分ないし約 48 時間、好ましくは約 30 分ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 0 ないし約 200℃、好ましくは約 0 ないし約 150℃である。

反応式 7



5

化合物 (XLII') は、化合物 (II') と化合物 (III') から化合物 (IV') を製造するときと同様にして、化合物 (XL') と化合物 (XLI') [式中、 $R^{19}$  および  $W$  は上記と同意義を示す] から製造される。

10 化合物 (XLIII') は、化合物 (XLII') を塩基の存在下、閉環することにより製造できる。該「塩基」としては、無機塩類などが挙げられる。塩基の使用量は、化合物 (XLII') 1 モルに対し約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 5 モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、水などの溶媒またはそれらの混合溶媒などが好ましい。

15 反応時間は通常約 10 分ないし約 48 時間、好ましくは約 30 分ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 0 ないし約 150℃、好ましくは約 0 ないし約 120℃である。

化合物 (XLIV') は、化合物 (XLIII') を銅の存在下脱炭酸を行うことにより製造される。

銅の使用量は化合物(XLIII')1モルに対して約0.1ないし約5モル、好ましくは約0.5モルないし約3モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばテトラヒドロナフタレンなどの炭化水素類、ジフェニルエーテルなどのエーテル類、キノリンなどの芳香族アミン類、N,N-ジエチルアニリンなどの第3級アミン類などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

反応時間は通常約10分ないし約24時間、好ましくは約15分ないし約12時間である。反応温度は通常約100ないし約300℃、好ましくは約100ないし約250℃である。

化合物(XXXVI-a')は、化合物(XLIV')を水素添加することにより製造される。本反応では水素添加触媒として例えばパラジウム炭素、酸化白金(IV)、ラネーニッケル、ラネーコバルト等の触媒等が用いられる。触媒の使用量は化合物(XLIV')に対して約5ないし約1000重量%、好ましくは約10ないし約300重量%である。

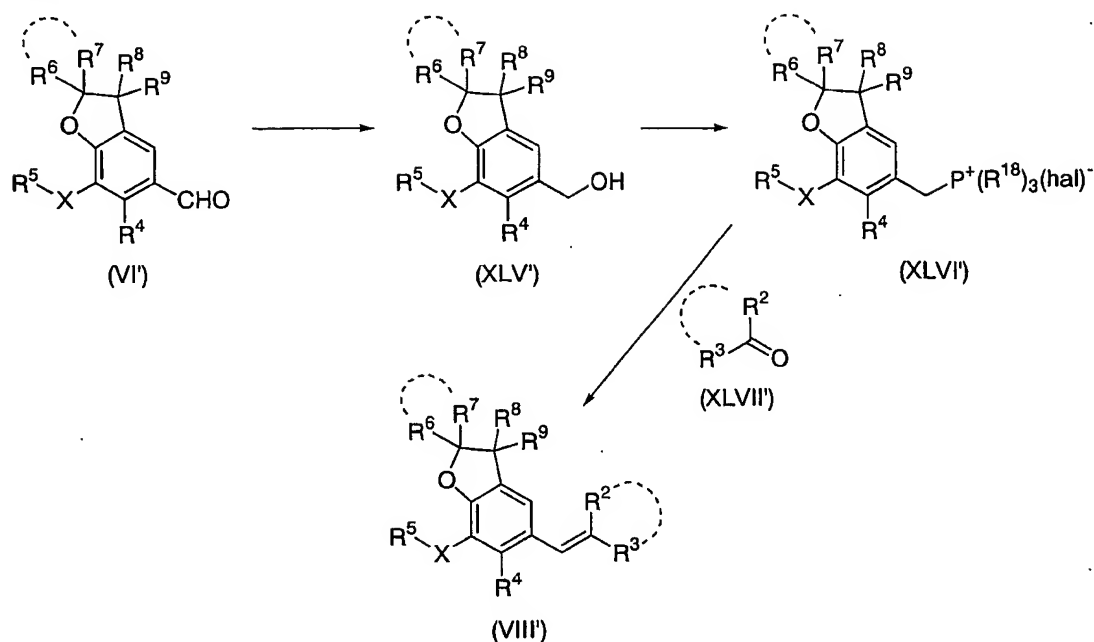
本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、有機酸類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

反応時間は用いる触媒の活性および量によって異なるが、通常約1時間ないし約100時間、好ましくは約1時間ないし約50時間である。反応温度は通常約-20ないし約120℃、好ましくは約0ないし約80℃である。水素の圧力は通常約1ないし約100気圧である。

化合物(VI-a')は、化合物(XXXVI')から化合物(VI')を製造するときと同様にして、化合物(XXXVI-a')から製造される。



## 反応式 8



化合物(XLV')は、化合物(I')から化合物(XXX')を製造するときと同様にして、化合物(VI')から製造される。

化合物(XLVI')〔式中、 $\text{R}^{18}$ および $\text{hal}$ は上記と同意義を示す〕は化合物(XLV')をハロゲン化し、次いで対応するホスフィン類を反応させることにより製造される。

ハロゲン化に使用されるハロゲン化剤としては、例えば塩化チオニル、臭化チオニル等のハロゲン化チオニル類、塩化ホスホリル、臭化ホスホリル等のハロゲン化ホスホリル類、五塩化リン、三塩化リン、五臭化リン、三臭化リン等のハロゲン化リン類、オキサリルクロリド等のオキサリルハライド類、ホスゲン等が挙げられる。化合物(XLV')1モルに対してハロゲン化剤を約0.1ないし約30モル、好ましくは約0.2ないし約10モル用いる。

本反応は所望により塩基の存在下行われる。該「塩基」としては、第3級アミン類などが挙げられる。

本反応は無溶媒で行うか、反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えば炭化水素類、エーテル類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等

が好ましい。

反応時間は通常約 10 分ないし約 12 時間、好ましくは約 10 分ないし約 5 時間である。反応温度は通常約 -10 ないし約 200℃、好ましくは約 -10 ないし約 120℃である。

- 5      続く、ホスフィン類との反応に使用されるホスフィン類としては、トリフェニルホスフィン、トリ-*o*-トリルホスフィン、トリブチルホスフィンなどが挙げられる。ホスフィン類は化合物 (XLV') 1 モルに対して約 1 ないし約 3 モル、好ましくは約 1 ないし約 1.5 モル用いる。

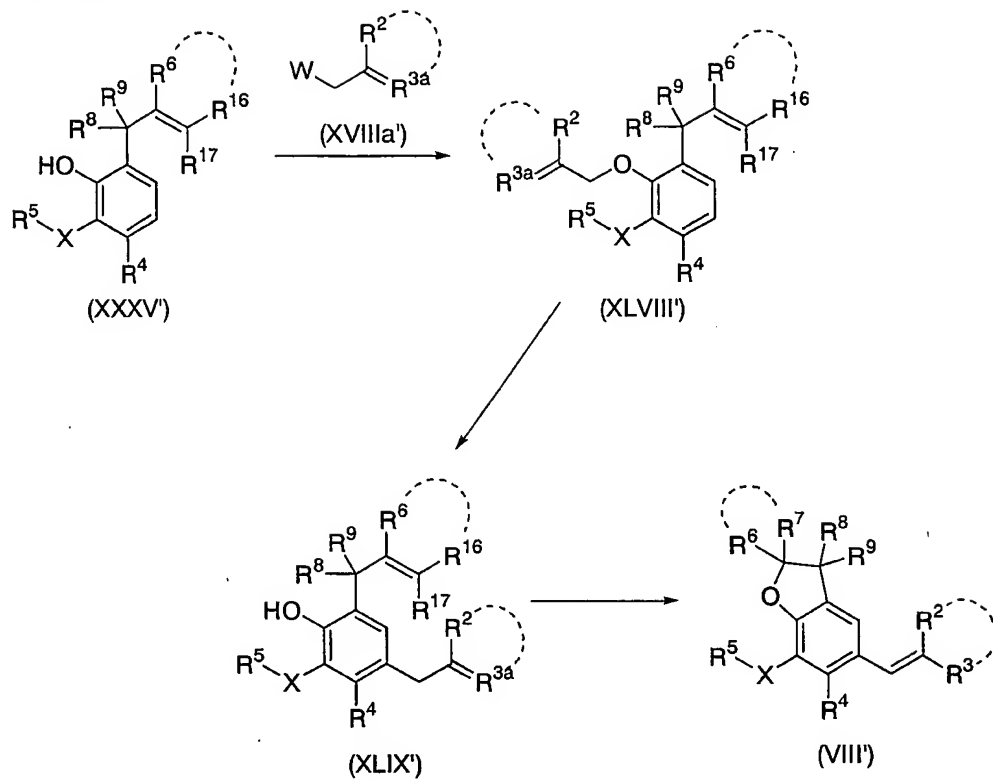
- 10      本反応は無溶媒または反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

反応温度は約 -20 ないし約 200℃、好ましくは約 0 ないし約 150℃である。反応時間は通常約 5 分ないし約 48 時間、好ましくは約 10 分ないし約 24 時間である。

- 15      化合物 (VIII') は、化合物 (VI') と化合物 (VII') から化合物 (VIII') を製造するときと同様にして、化合物 (XLVI') と化合物 (XLVII') から製造される。

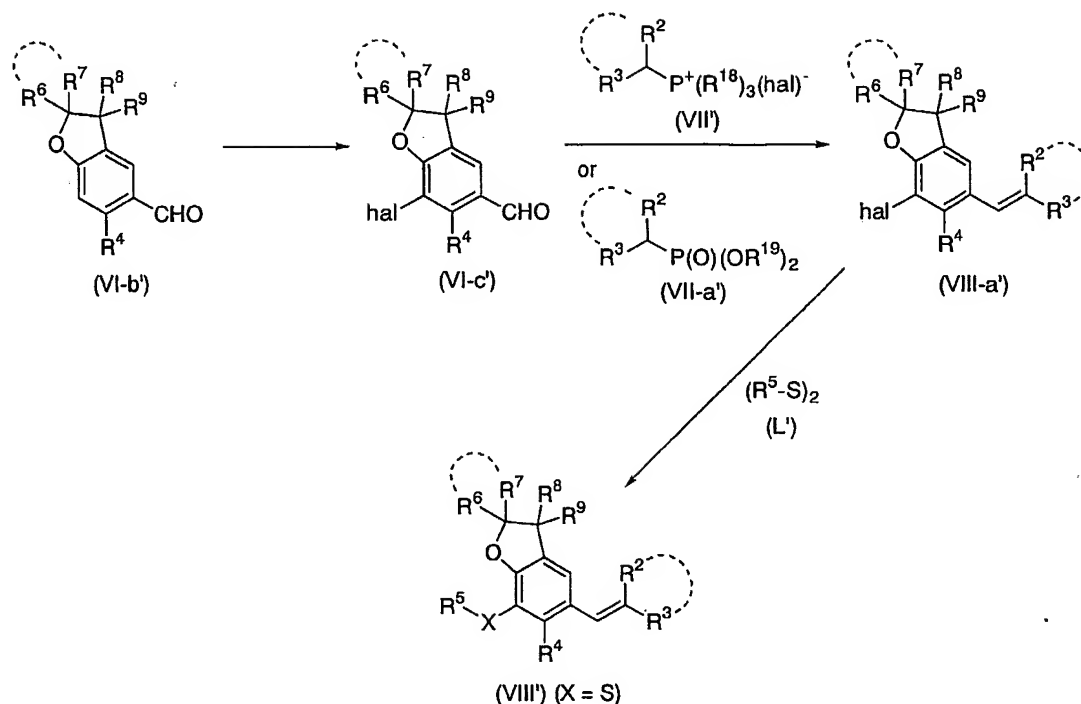
化合物 (VIII') は反応式 9 に示した工程によっても製造される。

## 反応式 9



- 化合物(XXXV')から化合物(VIII')までの工程〔式中、 $R^{3a}$ およびWは上記と同意義を示す〕は、反応式1の化合物(II')から化合物(VI')を製造する方法に準じて行われる。
- 5

## 反応式 10



- 化合物(VI-c')〔式中、halはハロゲンを示す〕は、化合物(XIII')から化合物(XIV')  
5 を製造するときと同様にして、化合物(VI-b')から製造される。

化合物(VIII-a')は、化合物(VI')と化合物(VII')から化合物(VIII')を製造するときと同様にして、化合物(VI-c')と化合物(VII')〔式中、R<sup>18</sup>およびhalは上記と同意義を示す〕から製造される。

- 化合物(VIII-a')は、化合物(VI')と化合物(VII-a')から化合物(VIII')を製造するときと同様にして、化合物(VI-c')と化合物(VII-a')〔式中、R<sup>19</sup>は上記と同意義を示す〕からも製造される。  
10

- 化合物(VIII')〔式中、Xは硫黄原子を示す〕は化合物(VIII-a')とジスルフィド化合物(L')とを塩基の存在下反応させることによって製造される。化合物(L')の使用量は化合物(VIII-a')1モルに対し約1ないし約30モル、好ましくは約1ないし約15  
15 モルである。

該「塩基」としては、例えばアルキル金属類、アリール金属類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物(VIII-a')1モルに対し約1ないし約15モル、好ましくは

約 1 ないし約 10 モルである。

本反応は所望により添加剤が用いられる。

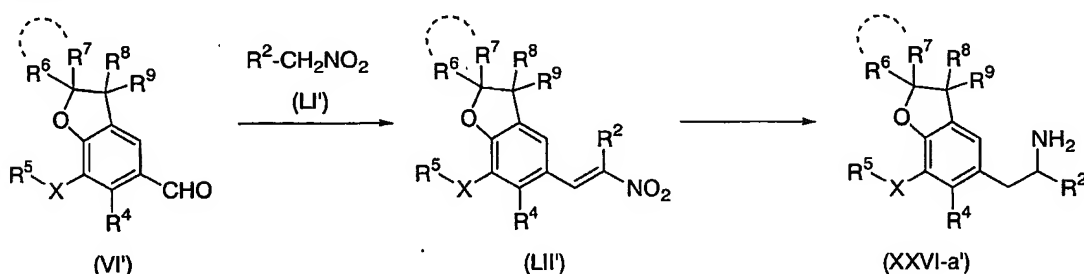
- 該「添加剤」としては、N,N,N',N'-テトラメチルエチレンジアミンなどが挙げられる。添加剤の使用量は化合物(VIII-a') 1 モルに対し約 1 ないし約 15 モル、好ましくは約 1 ないし約 10 モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

反応時間は通常 30 分ないし 48 時間、好ましくは 1 時間ないし 24 時間である。

- 10 反応温度は通常約 -100 ないし約 100℃、好ましくは約 -80 ないし約 60℃である。

反応式 1 1



- 化合物(LII')は、化合物(VI')と化合物(LI')とを所望により塩基の存在下で反応させることにより製造される。

化合物(LI')の使用量は、化合物(VI') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。なお、化合物(LI')を溶媒として用いることもでき、その場合の使用量は、化合物(VI') 1 グラムに対し約 0.5 ないし約 20 ミリリットル、好ましくは約 1 ないし約 10 ミリリットルである。

- 20 該「塩基」としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第 1 級アミン類(n-ブチルアミン等)、第 3 級アミン類、金属水素化物類、金属アミド類、金属アルコキシド類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物(VI') 1 モルに対し約 0.1 ないし約 10 モル、好ましくは約 0.5 ないし約 5 モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒とし

ては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、水等の溶媒またはこれらの混合溶媒等が好ましい。

5 反応時間は通常約約 30 分ないし約 12 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 6 時間である。反応温度は通常約-20 ないし約 200℃、好ましくは約 0 ないし約 150℃である。

化合物(XXVI-a')は、化合物(LII')を還元することによって製造される。還元  
使用される還元剤としては、例えば水素化アルミニウム、水素化ジイソブチルアル  
ミニウム等の金属水素化物類、水素化リチウムアルミニウム、水素化ホウ素ナトリ  
10 ウム等の金属水素錯化合物類、亜鉛、アルミニウム、すず、鉄等の金属類等が挙げ  
られる。還元剤の使用量は、例えば金属水素化物類、金属水素錯化合物類の場合、  
化合物(LII') 1 モルに対してそれぞれ約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ない  
し約 5 モル、金属類の場合約 1 ないし約 20 当量、好ましくは約 1 ないし約 5 当量  
である。本反応では所望によりルイス酸類を用いてもよい。該「ルイス酸類」とし  
15 ては、例えば塩化アルミニウム、臭化アルミニウム、塩化チタン(IV)、塩化すず(II)、  
塩化亜鉛、三塩化ホウ素、三臭化ホウ素、三フッ化ホウ素等が用いられる。ルイス  
酸の使用量は化合物(LII') 1 モルに対して約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1  
ないし約 5 モルである。

また、水素添加反応によっても還元され、この場合、例えばパラジウム炭素、酸  
20 化白金(IV)、ラネーニッケル、ラネーコバルト等の触媒等が用いられる。触媒の使  
用量は化合物(LII')に対して約 5 ないし約 1000 重量%、好ましくは約 10 ないし約  
300 重量%である。この場合、ガス状水素の代わりに種々の水素源を用いることも  
できる。該「水素源」としてはギ酸、ギ酸アンモニウム、ギ酸トリエチルアンモニ  
ウム、ホスフィン酸ナトリウム、ヒドラジンなどが用いられる。水素源の使用量は、  
25 化合物(LII') 1 モルに対してそれぞれ約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ない  
し約 5 モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒とし  
て反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭

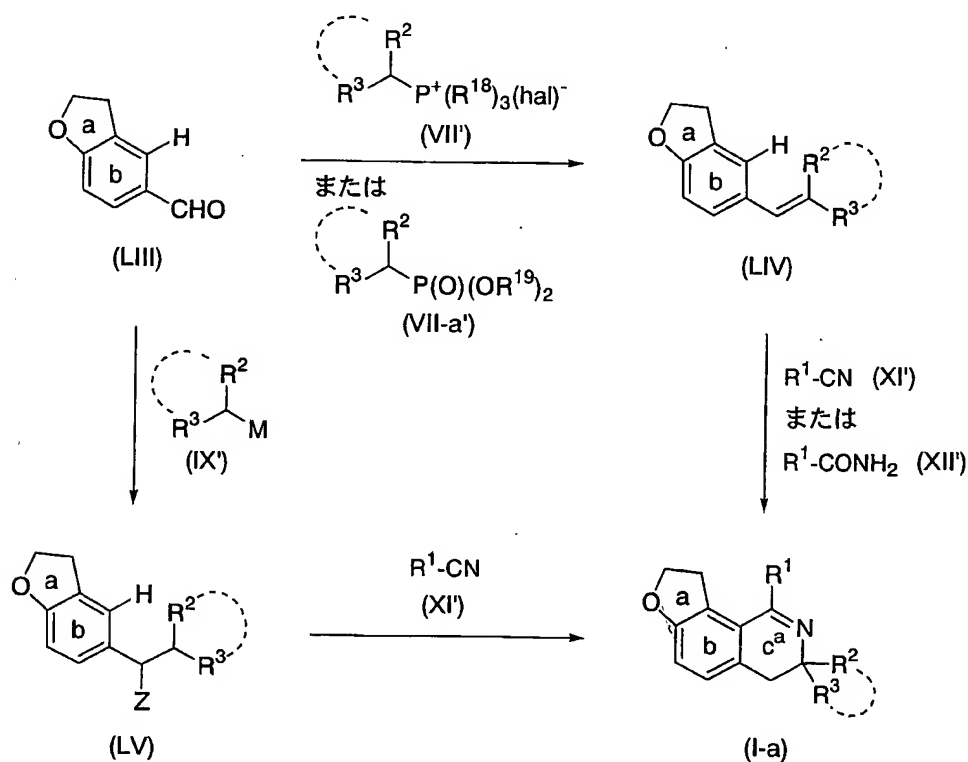
化水素類、アミド類、有機酸類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

反応時間は用いる還元剤の種類や量あるいは触媒の活性および量によって異なるが、通常約1時間ないし約100時間、好ましくは約1時間ないし約50時間である。反応温度は通常約-20ないし約120℃、好ましくは約0ないし約80℃である。

- 5 水素添加触媒を用いた場合、水素の圧力は通常約1ないし約100気圧である。

化合物(I-a)〔式中、c<sup>a</sup>環はR<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>およびR<sup>3</sup>以外に置換基を有していてもよい〕は反応式12に示した工程によって製造される。

反応式12



10

化合物(LIV)は、化合物(VI')と化合物(VII')から化合物(VIII')を製造するときと同様にして、化合物(LIII)と化合物(VII')〔式中、R<sup>18</sup>およびhalは上記と同意義を示す〕から製造される。

- 15 化合物(LIV)は、化合物(VI')と化合物(VII-a')から化合物(VIII')を製造するときと同様にして、化合物(LIII)と化合物(VII-a')〔式中、R<sup>19</sup>は上記と同意義を示す〕からも製造される。

化合物(LV)〔式中、Zは上記と同意義を示す〕は、化合物(VI')と化合物(IX')から化合物(X')を製造するときと同様にして、化合物(LIII)と化合物(IX')〔式中、Mは上記と同意義を示す〕から製造される。

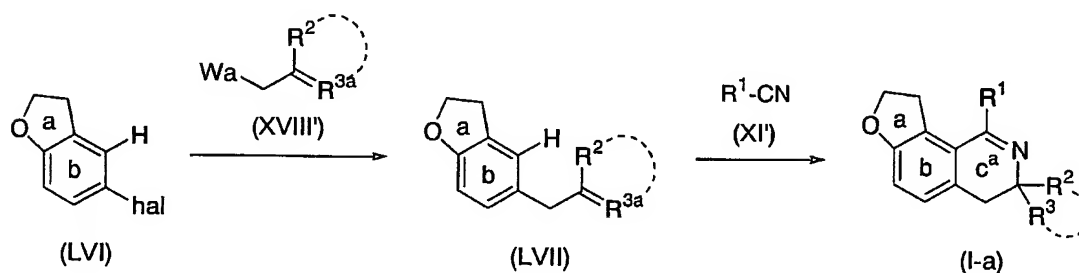
- 5 化合物(I-a)は、化合物(VIII')と化合物(XI')から化合物(I')を製造するときと同様にして、化合物(LIV)と化合物(XI')から製造される。

化合物(I-a)は、化合物(VIII')と化合物(XII')から化合物(I')を製造するときと同様にして、化合物(LIV)と化合物(XII')からも製造される。

化合物(I-a)は、化合物(X')と化合物(XI')から化合物(I')を製造するときと同様にして、化合物(LV)と化合物(XI')からも製造される。

- 10 化合物(I-a)〔式中、c<sup>a</sup>環は上記と同意義を示す〕は反応式13に示した工程によっても製造される。

反応式13



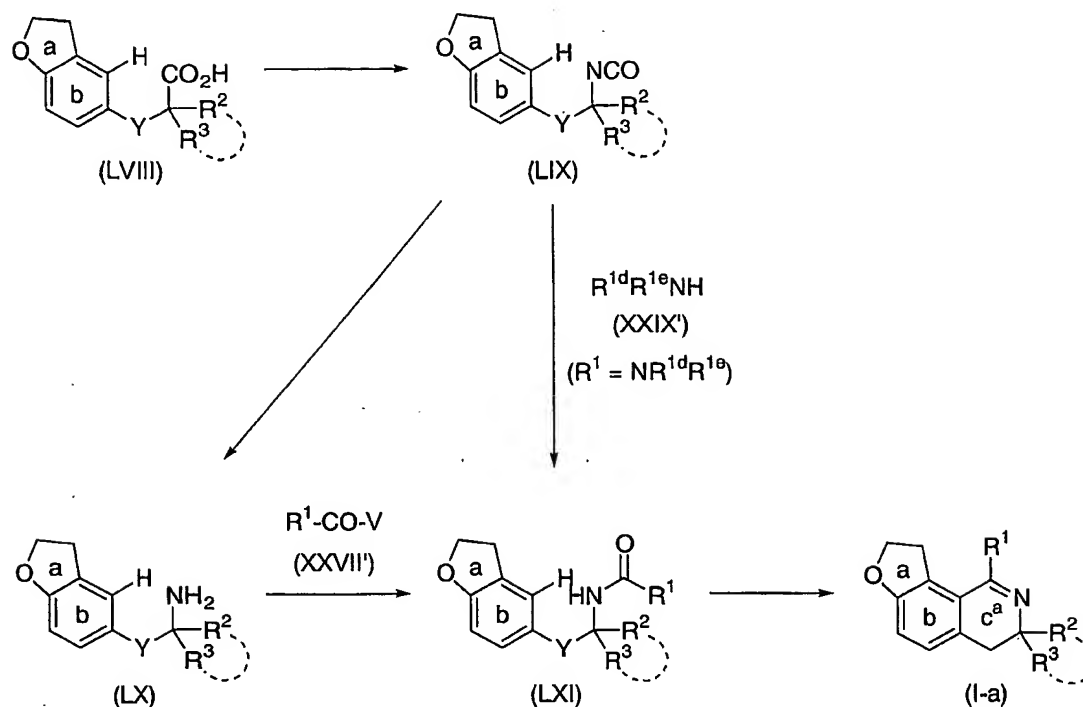
- 15 化合物(LVII)は、化合物(XVII')と化合物(XVIII')から化合物(XIX')を製造するときと同様にして、化合物(LVI)〔式中、halはハロゲンを示す〕と化合物(XVIII')〔式中、R<sup>3a</sup>およびWaは上記と同意義を示す〕から製造される。

化合物(I-a)は、化合物(XIX')と化合物(XI')から化合物(I')を製造するときと同様にして、化合物(LVII)と化合物(XI')からも製造される。

- 20 化合物(I-a)〔式中、c<sup>a</sup>環は上記と同意義を示す〕は反応式14に示した工程によっても製造される。



## 反応式 14



化合物(LIX)〔式中、Yは1または2個の置換基を有していてもよいメチレン基  
5 を示す〕は、化合物(XXIV')から化合物(XXV')を製造するときと同様にして、化合物(LVIII)から製造される。

該「置換基を有していてもよいメチレン基」の「置換基」としては、例えば $\text{C}_{1-6}$ アルキル基などが挙げられる。

化合物(LX)は、化合物(XXV')から化合物(XXVI')を製造するときと同様にして、  
10 化合物(LIX)から製造される。

化合物(LXI)は、化合物(XXVI')と化合物(XXVII')から化合物(XXVIII')を製造するときと同様にして、化合物(LX)と化合物(XXVII')〔式中、Vは上記と同意義を示す〕から製造される。

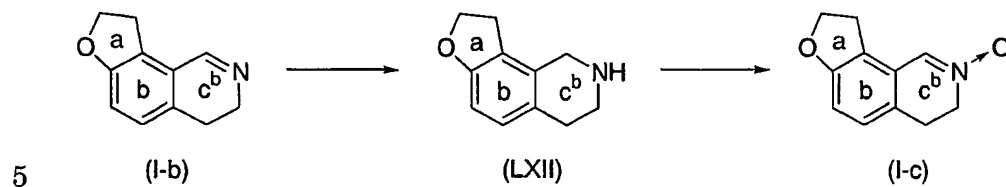
化合物(LXI)は、化合物(XXV')と化合物(XXIX')から化合物(XXVIII')を製造するときと同様にして、化合物(LIX)と化合物(XXIX')〔式中、 $\text{R}^{1d}$ および $\text{R}^{1e}$ は上記と同意義を示す〕からも製造される。  
15

化合物(I-a)は、化合物(XXVIII')から化合物(I')を製造するときと同様にして、

化合物(LXI)からも製造される。

化合物(I-c)〔式中、c<sup>b</sup>環は窒素原子を除く位置に置換基を有していてもよい〕は反応式 1 5 に示した工程によっても製造される。

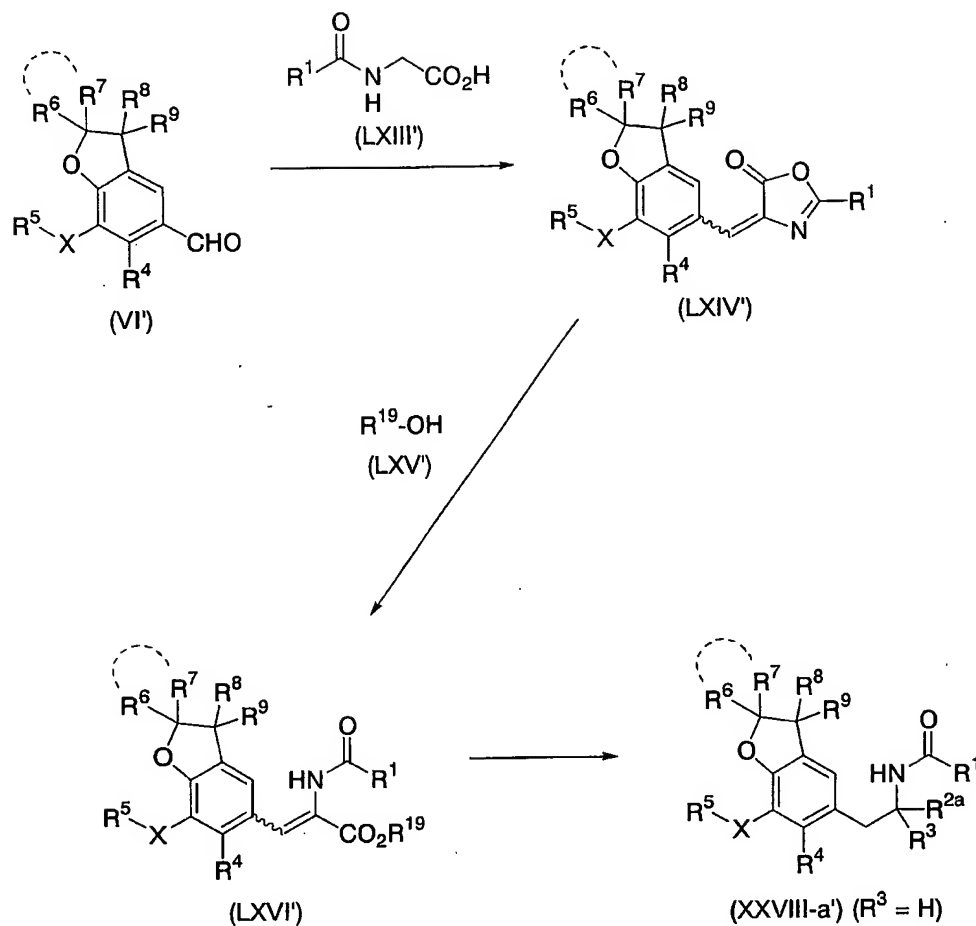
反応式 1 5



化合物 (LXII) は、化合物(I')から化合物(XXX')を製造するときと同様にして、化合物(I-b)〔式中、c<sup>b</sup>環は上記と同意義を示す〕から製造される。化合物(I-c)は、化合物(XXX')から化合物(I')を製造するときと同様にして、化合物(LXII)から製造される。

10

## 反応式 16



化合物 (LXIV') は化合物 (VI') と化合物 (LXIII') とを酸無水物および塩基の存在  
 5 下で反応させることにより製造される。

化合物 (LXIII') の使用量は、化合物 (VI') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

該「酸無水物」としては、例えば無水酢酸等が挙げられる。酸無水物の使用量は、  
 10 化合物 (VI') 1 モルに対し約 1 ないし約 20 モル、好ましくは約 1 ないし約 10 モルである。

該「塩基」としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第 3 級アミン類、フッ化カリウム／アルミナ等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物 (VI') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

本反応は無溶媒または反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このよ

うな溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えば炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類またはこれらの混合物等が好ましい。

反応時間は通常約 10 分ないし約 12 時間、好ましくは約 15 分ないし約 6 時間である。反応温度は通常約 -20 ないし約 150℃、好ましくは約 0 ないし約 120℃である。

化合物 (LXVI') は化合物 (LXIV') と化合物 (LXV') [式中、 $R^{19}$  は上記と同意義を示す] とを塩基の存在下で反応させることにより製造される。

化合物 (LXV') の使用量は、化合物 (LXIV') 1 モルに対し約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 5 モルである。なお、化合物 (LXV') を溶媒として用いることもでき、その場合の使用量は、化合物 (LXIV') 1 グラムに対し約 0.5 ないし約 50 ミリリットル、好ましくは約 1 ないし約 20 ミリリットルである。

該「塩基」としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第 3 級アミン類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物 (LXIV') 1 モルに対し約 0.01 ないし約 1 モル、好ましくは約 0.01 ないし約 0.1 モルである。

本反応は無溶媒または反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、ケトン類、スルホキシド類またはこれらの混合物等が好ましい。

反応時間は通常約 10 分ないし約 12 時間、好ましくは約 15 分ないし約 6 時間である。反応温度は通常約 -20 ないし約 150℃、好ましくは約 0 ないし約 100℃である。

化合物 (XXVIII-a') [式中、 $R^{2a}$  は置換基を有していてもよい炭化水素基またはアシル基で、 $R^2$  と同様のものが挙げられる] は、化合物 (LXVI') を還元することにより製造される。

還元を使用される還元剤としては、例えば水素化アルミニウム、水素化ジイソブチルアルミニウム等の金属水素化物類、水素化リチウムアルミニウム、水素化ホウ素ナトリウム等の金属水素錯化合物類、亜鉛、アルミニウム、すず、鉄等の金属類等が挙げられる。還元剤の使用量は、例えば金属水素化物類、金属水素錯化合物類

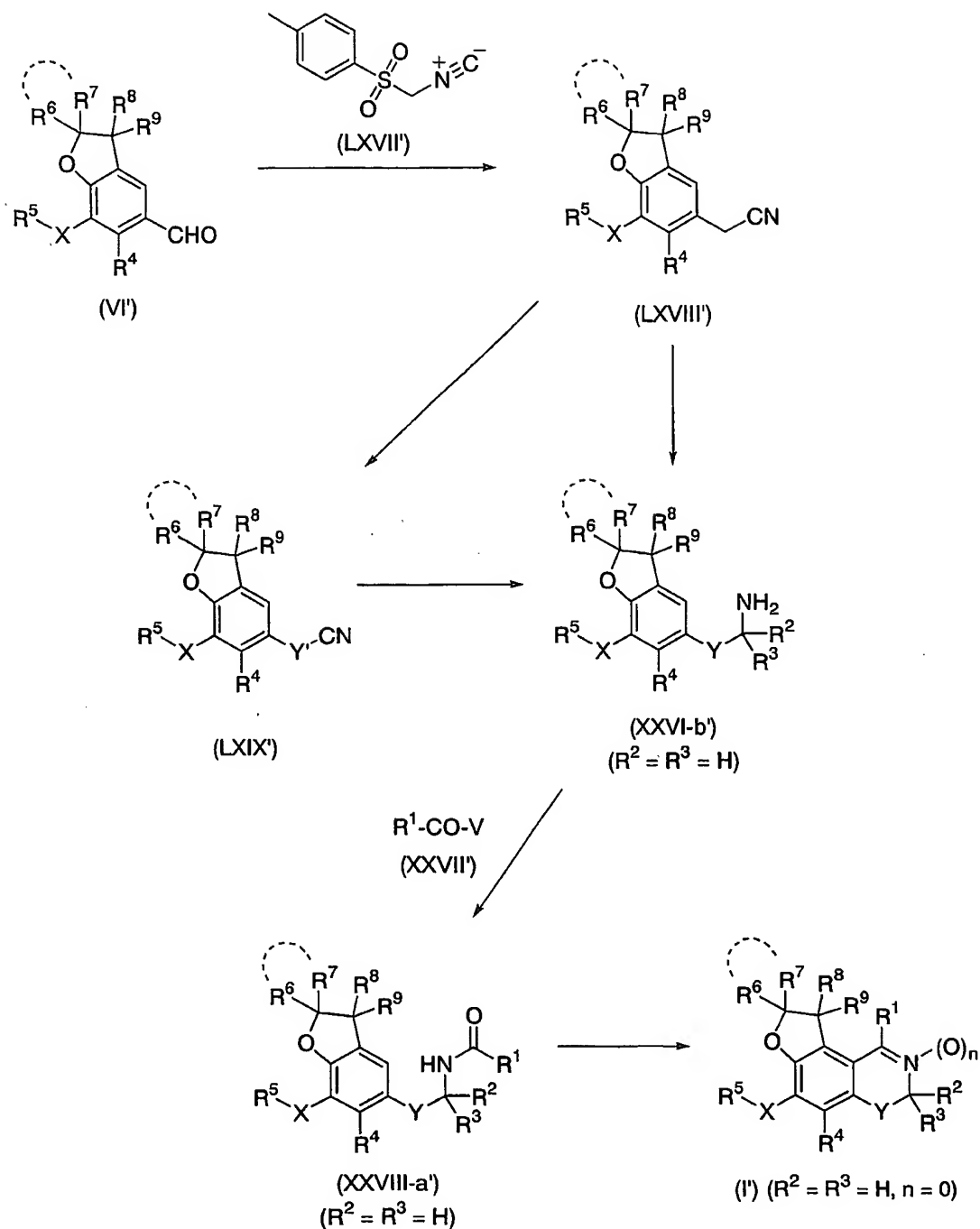
の場合、化合物(LXVI')1モルに対してそれぞれ約1ないし約10モル、好ましくは約1ないし約5モル、金属類の場合約1ないし約20当量、好ましくは約1ないし約5当量である。本反応では所望によりルイス酸類を用いてもよい。該「ルイス酸類」としては、例えば塩化アルミニウム、臭化アルミニウム、塩化チタン(IV)、塩化すず(II)、塩化亜鉛、三塩化ホウ素、三臭化ホウ素、三フッ化ホウ素等が用いられる。ルイス酸の使用量は化合物(LXVI')1モルに対して約1ないし約10モル、好ましくは約1ないし約5モルである。

また、水素添加反応によっても還元され、この場合、例えばパラジウム炭素、酸化白金(IV)、ラネーニッケル、ラネーコバルト等の触媒等が用いられる。触媒の使用量は化合物(LXVI')に対して約5ないし約1000重量%、好ましくは約10ないし約300重量%である。この場合、ガス状水素の代わりに種々の水素源を用いることもできる。該「水素源」としてはギ酸、ギ酸アンモニウム、ギ酸トリエチルアンモニウム、ホスフィン酸ナトリウム、ヒドラジンなどが用いられる。水素源の使用量は、化合物(LXVI')1モルに対してそれぞれ約1ないし約10モル、好ましくは約1ないし約5モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、有機酸類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

反応時間は用いる還元剤の種類や量あるいは触媒の活性および量によって異なるが、通常約1時間ないし約100時間、好ましくは約1時間ないし約50時間である。反応温度は通常約-20ないし約120℃、好ましくは約0ないし約80℃である。水素添加触媒を用いた場合、水素の圧力は通常約1ないし約100気圧である。

## 反応式 17



化合物(LXVIII')は化合物(VI')と化合物(LXVII')とを塩基の存在下で反応させ、  
 5 続いてアルコール類と反応させることにより製造される。

化合物(LXVII')の使用量は、化合物(VI')1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

該「塩基」としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第3級アミン類、金属水素化物類、金属アミド類、金属アルコキシド類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物(VI') 1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約3モルである。

- 5 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、スルホキシド類またはこれらの混合物等が好ましい。

- 10 反応時間は通常約10分ないし約6時間、好ましくは約15分ないし約3時間である。反応温度は通常約-100ないし約50℃、好ましくは約-80ないし約50℃である。

続いて用いられるアルコール類の使用量は化合物(VI') 1グラムに対し約1ないし約30ミリリットル、好ましくは約2ないし約20ミリリットルである。

- 15 反応時間は通常約10分ないし約12時間、好ましくは約15分ないし約6時間である。反応温度は通常約-100ないし約150℃、好ましくは約-80ないし約100℃である。

化合物(LXIX') [式中、Y'は1または2個の置換基を有しているメチレン基を示す]は化合物(LXVIII')を塩基の存在下でアルキル化させることにより製造される。

該「置換基を有しているメチレン基」の「置換基」としては、例えばC<sub>1-6</sub>アルキル基などが挙げられる。

- 20 該「塩基」としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第3級アミン類、金属水素化物類、金属アミド類、金属アルコキシド類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物(LXVIII') 1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約3モルである。

アルキル化剤としては脱離基を有する炭化水素が挙げられる。

- 25 該「脱離基」としては、例えばハロゲン原子（例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等）、ハロゲン化されていてもよいC<sub>1-5</sub>アルキルスルホニルオキシ（例えば、メタンスルホニルオキシ、エタンスルホニルオキシ、トリクロロメタンスルホニルオキシ等）、置換基を有していてもよいC<sub>6-10</sub>アリールスルホニルオキシ等が挙げら

れる。「置換基を有していてもよい  $C_{6-10}$  アリールスルホニルオキシ」としては、例えば  $C_{1-6}$  アルキル（例、メチル、エチル等）、 $C_{1-6}$  アルコキシ（例、メトキシ、エトキシ等）およびニトロから選ばれる置換基を 1 ないし 3 個有していてもよい  $C_{6-10}$  アリールスルホニルオキシ（例、フェニルスルホニルオキシ、ナフチルスルホニルオキシ等）等が挙げられ、具体例としては、フェニルスルホニルオキシ、*m*-ニトロフェニルスルホニルオキシ、*p*-トルエンスルホニルオキシ等が挙げられる。

該「炭化水素」としては、例えば  $C_{1-6}$  アルキル基などが挙げられる。

本反応で用いられるアルキル化剤の使用量は化合物 (LXVIII') 1 モルに対し約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 3 モルである。

- 10 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、スルホキシド類、水などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

- 15 反応時間は通常約 30 分ないし約 12 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 6 時間である。反応温度は通常約 -50 ないし約 150℃、好ましくは約 -20 ないし約 100℃である。

化合物 (XXVI-b') [式中、Y は 1 または 2 個の置換基を有していてもよいメチレン基を示す] は、化合物 (LXIX') のニトリルを加水分解して酸アミドとし、続いて還元することにより製造される。

- 20 該「置換基を有していてもよいメチレン基」の「置換基」としては、例えば  $C_{1-6}$  アルキル基などが挙げられる。

該「加水分解」反応としては、過酸化水素の存在下塩基を用いることにより行われる。過酸化水素の使用量は、化合物 (LXIX') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 3 モルである。

- 25 該「塩基」としては無機塩基類、塩基性塩類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物 (LXIX') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 3 モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒とし



ては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、スルホキシド類、水などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

5 反応時間は通常約 30 分ないし約 36 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -20 ないし約 100℃、好ましくは約 0 ないし約 80℃である。

他の加水分解反応の条件としては、第 4 版実験化学講座 22（日本化学会編）、151～153 頁記載の方法およびそれに準じる方法などが用いられる。

10 続く還元反応は、還元剤として、例えば水素化アルミニウム、水素化ジイソブチルアルミニウム等の金属水素化物類、水素化リチウムアルミニウム、水素化ホウ素ナトリウム等の金属水素錯化合物類、亜鉛、アルミニウム、すず、鉄等の金属類等を用いることによって行われる。還元剤の使用量は、例えば金属水素化物類、金属水素錯化合物類の場合、化合物(LXIX') 1 モルに対してそれぞれ約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 5 モル、金属類の場合約 1 ないし約 20 当量、好ましくは約 1 ないし約 5 当量である。本反応では所望によりルイス酸類を用いてもよい。  
15 該「ルイス酸類」としては、例えば塩化アルミニウム、臭化アルミニウム、塩化チタン(IV)、塩化すず(II)、塩化亜鉛、三塩化ホウ素、三臭化ホウ素、三フッ化ホウ素等が用いられる。ルイス酸の使用量は化合物(LXIX') 1 モルに対して約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 5 モルである。

20 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、有機酸類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

25 反応時間は用いる還元剤の種類や量によって異なるが、通常約 1 時間ないし約 100 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 50 時間である。反応温度は通常約 -20 ないし約 120℃、好ましくは約 0 ないし約 80℃である。

化合物(XXVI-b')は、化合物(LXIX')を直接還元することによっても製造される。

還元を使用される還元剤としては、例えば水素化アルミニウム、水素化ジイソブチルアルミニウム等の金属水素化物類、水素化リチウムアルミニウム、水素化ホウ

素ナトリウム等の金属水素錯化合物類、亜鉛、アルミニウム、すず、鉄等の金属類等が挙げられる。還元剤の使用量は、例えば金属水素化物類、金属水素錯化合物類の場合、化合物(LXIX') 1 モルに対してそれぞれ約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 5 モル、金属類の場合約 1 ないし約 20 当量、好ましくは約 1 ないし約 5 当量である。本反応では所望によりルイス酸類を用いてもよい。該「ルイス酸類」としては、例えば塩化アルミニウム、臭化アルミニウム、塩化チタン(IV)、塩化すず(II)、塩化亜鉛、三塩化ホウ素、三臭化ホウ素、三フッ化ホウ素等が用いられる。ルイス酸の使用量は化合物(LXIX') 1 モルに対して約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 5 モルである。

10      また、水素添加反応によっても還元され、この場合、例えばパラジウム炭素、酸化白金(IV)、ラネーニッケル、ラネーコバルト等の触媒等が用いられる。触媒の使用量は化合物(LXIX') に対して約 5 ないし約 1000 重量%、好ましくは約 10 ないし約 300 重量%である。本反応では所望によりアンモニアなどのアミン類を添加してもよい。アミン類の使用量は化合物(LXIX') 1 モルに対してそれぞれ約 1 ないし約 50  
15      モル、好ましくは約 1 ないし約 20 モルである。また、ガス状水素の代わりに種々の水素源を用いることもできる。該「水素源」としてはギ酸、ギ酸アンモニウム、ギ酸トリエチルアンモニウム、ホスフィン酸ナトリウム、ヒドラジンなどが用いられる。水素源の使用量は、化合物(LXIX') 1 モルに対してそれぞれ約 1 ないし約 10 モル、好ましくは約 1 ないし約 5 モルである。

20      本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、有機酸類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

反応時間は用いる還元剤の種類や量あるいは触媒の活性および量によって異なるが、通常約 1 時間ないし約 100 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 50 時間である。  
25      反応温度は通常約 -20 ないし約 120℃、好ましくは約 0 ないし約 80℃である。水素添加触媒を用いた場合、水素の圧力は通常約 1 ないし約 100 気圧である。

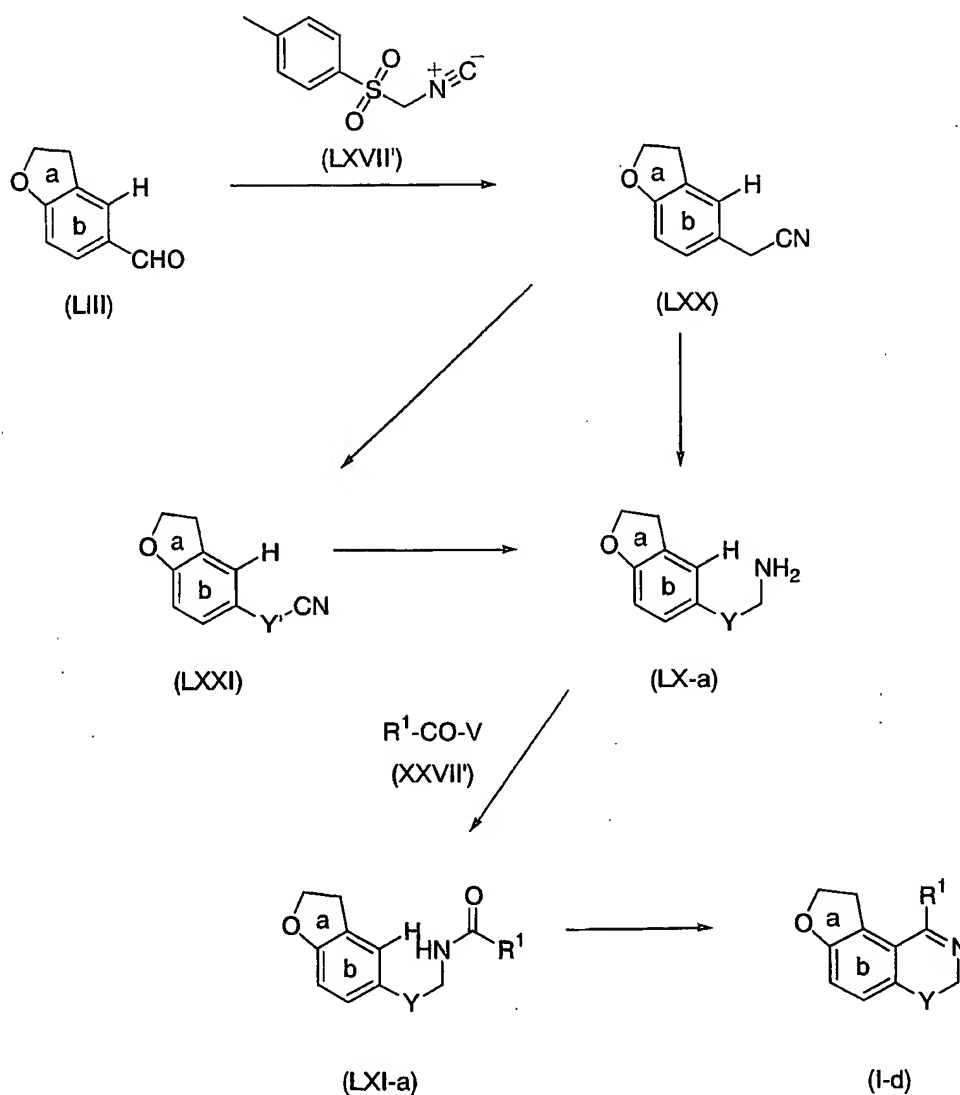
化合物(XXVI-b') は、化合物(LXIX') から化合物(XXVI-b') を製造するときと同様にして、化合物(LXVIII') から製造される。

化合物(XXVIII-a')は、化合物(XXVI')と化合物(XXVII')から化合物(XXVIII')を製造するときと同様にして、化合物(XXVI-b')と化合物(XXVII')から製造される。

化合物(I-a')は、化合物(XXVIII')から化合物(I')を製造するときと同様にして、化合物(XXVIII-a')から製造される。

- 5 化合物(I-d)は反応式18に示した工程によって製造される。

反応式18



- 10 化合物(LXX)は化合物(VI')と化合物(LXVII')から化合物(LXVIII')を製造するときと同様にして化合物(LIII)と化合物(LXVII')から製造される。

化合物(LXXI)〔式中、Y'は上記と同意義を示す〕は化合物(LXVIII')から化合物

(LXIX')を製造するときと同様にして化合物(LXX)から製造される。

化合物(LX-a)は化合物(LXIX')から化合物(XXVI-b')を製造するときと同様にして化合物(LXXI)から製造される。

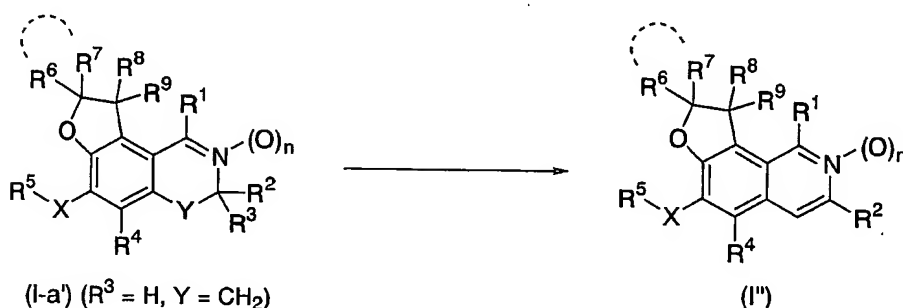
化合物(LX-a)は化合物(LXVIII')から化合物(XXVI-b')を製造するときと同様にして化合物(LXX)からも製造される。

化合物(LXI-a)は化合物(XXVI-b')と化合物(XXVII')から化合物(XXVIII-a')を製造するときと同様にして化合物(LX-a)と化合物(XXVII')から製造される。

化合物(I-d)は化合物(XXVIII-a')から化合物(I-a')を製造するときと同様にして化合物(LXI-a)から製造される。

10 化合物(I'')は反応式19に示した工程によって製造される。

反応式19



化合物(I'')は化合物(I-a')を触媒存在下脱水素することによって製造される。

15 本反応に用いられる触媒としては、パラジウム炭素、酸化白金(IV)、ラネーニッケル、ラネーコバルトなどが用いられる。触媒の使用量は化合物(I-a')に対して約1ないし約1000重量%、好ましくは約5ないし約300重量%である。

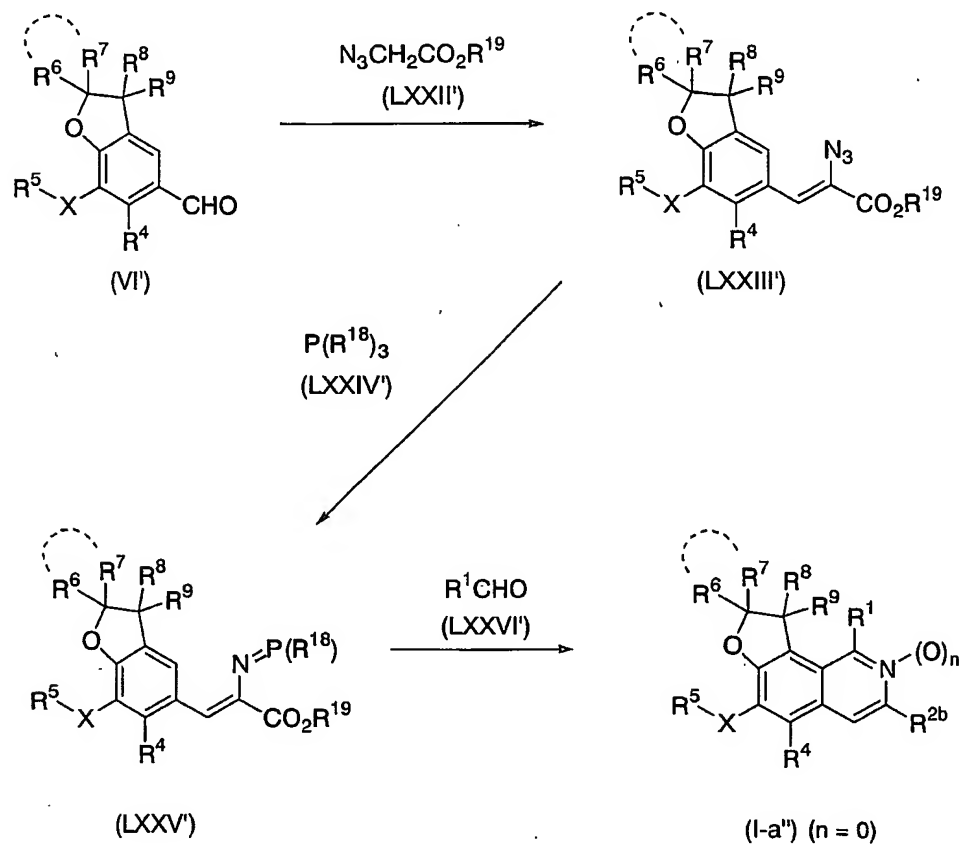
本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えば、ジフェニルエーテルなどのエーテル類、キシレン、デカヒドロナフタレンなどの炭化水素類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

20 反応時間は用いる触媒の活性および量によって異なるが、通常約1時間ないし約36時間、好ましくは約1時間ないし約24時間である。反応温度は通常約0ないし

約 250℃、好ましくは約 20℃ないし約 200℃である。

化合物(I-a'')〔式中、R<sup>2b</sup>はアシル基で、R<sup>2</sup>と同様のものが挙げられる〕は反応式 20 に示した工程によって製造される。

反応式 20



5

化合物(LXXIII')〔式中、R<sup>19</sup>は上記と同意義を示す〕は化合物(VI')と化合物(LXXII')を塩基の存在下反応させることにより製造される。

化合物(LXXII')の使用量は、化合物(VI')1モルに対し約1ないし約20モル、好ましくは約1ないし約5モルである。

該「塩基」としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第3級アミン類、金属水素化物類、金属アミド類、金属アルコキシド類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物(VI')1モルに対し約1ないし約10モル、好ましくは約1ないし約5モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、スルホキシド類またはこれらの混合物等が好ましい。

- 5 反応時間は通常約 10 分ないし約 12 時間、好ましくは約 15 分ないし約 6 時間である。反応温度は通常約 -100 ないし約 50℃、好ましくは約 -80 ないし約 50℃である。

化合物(LXXV')〔式中、R<sup>18</sup>は上記と同意義を示す〕は化合物(LXXIII')と化合物(LXXIV')を反応させることにより製造される。

- 10 化合物(LXXIV')の使用量は、化合物(LXXIII')1モルに対し約 0.5 ないし約 3モル、好ましくは約 0.5 ないし約 2 モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類またはこれらの混合物

- 15 等が好ましい。

反応時間は通常約 10 分ないし約 36 時間、好ましくは約 15 分ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -30 ないし約 100℃、好ましくは約 -20 ないし約 70℃である。

- 20 化合物(I-a'')は化合物(LXXV')と化合物(LXXVI')を反応させることにより製造される。

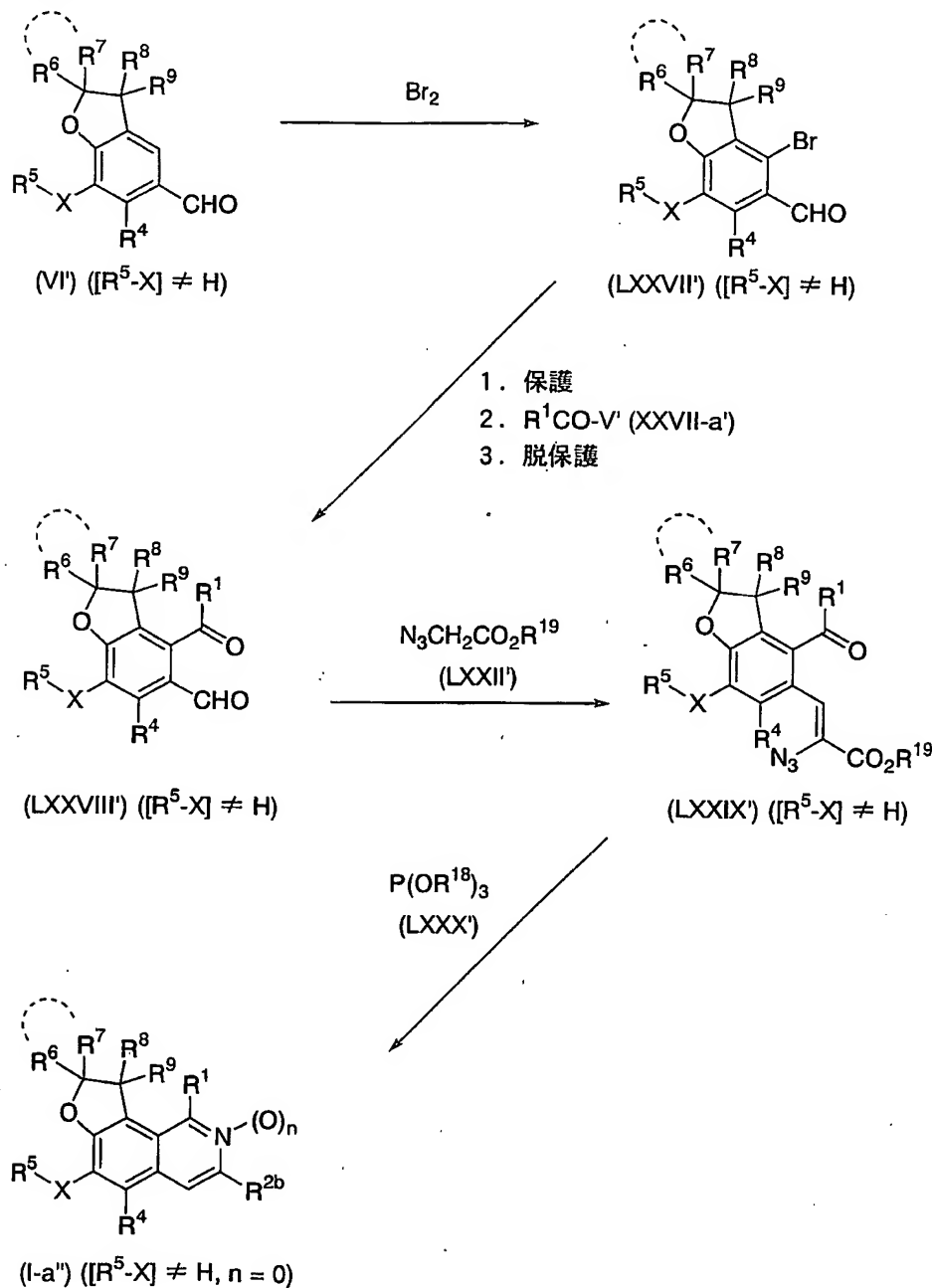
化合物(LXXVI')の使用量は、化合物(LXXV')1モルに対し約 1 ないし約 3モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

- 25 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばジフェニルエーテルなどのエーテル類、キシレン、デカヒドロナフタレンなどの炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトロベンゼンまたはこれらの混合物等が好ましい。

反応時間は通常約 10 分ないし約 48 時間、好ましくは約 15 分ないし約 36 時間である。反応温度は通常約 0 ないし約 250℃、好ましくは約 0 ないし約 200℃である。

化合物(I-a'')〔式中、 $R^{2b}$ は上記と同意義を示す〕は反応式21に示した工程によっても製造される。

反応式21



5

化合物(LXXVII')は化合物(VI')を臭素化することにより製造される。

臭素の使用量は、化合物(VI')1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えば炭化水素類、有機酸類、ハロゲン化炭化水素類またはこれらの混合物等が好ましい。

- 5 反応時間は通常約 5 分ないし約 24 時間、好ましくは約 10 分ないし約 12 時間である。反応温度は通常約 -20 ないし約 100℃、好ましくは約 0 ないし約 70℃である。

化合物(LXXVIII')は化合物(LXXVII')のアルデヒドを保護し、マグネシウムあるいは塩基を用いて有機金属化合物に変換し、化合物(XXVII-a')〔式中、V'はハロゲン、置換基を有していてもよいアミノ基などを示す〕と反応させ、脱保護することにより製造される。

- 10 アルデヒドの保護基としてはアセタールなどが挙げられる。

該「アセタール」は例えば化合物(LXXVII')とアルコールまたはオルトエステルを酸の存在下反応させることにより製造される。

該「アルコール」としては、メタノール、エタノール、エチレングリコール、1,3-プロパンジオールなどが挙げられる。

- 15 該「オルトエステル」としては、オルトギ酸トリメチル、オルトギ酸トリエチルなどが挙げられる。

- 20 アルコールまたはオルトエステルの使用量は、化合物(LXXVII')1モルに対し約1ないし約20モル、好ましくは約1ないし約5モルである。なお、アルコールまたはオルトエステルを溶媒として用いることもでき、その場合の使用量は、化合物(LXXVII')1グラムに対し約0.5ないし約10ミリリットル、好ましくは約1ないし約5ミリリットルである。

- 25 該「酸」としては、硫酸、塩化水素、臭化水素、ヨウ化水素、過塩素酸等の鉱酸、メタンスルホン酸、p-トルエンスルホン酸などのスルホン酸類、三フッ化ホウ素ジエチルエーテル錯体、塩化亜鉛、塩化アルミニウム等のルイス酸等が用いられる。酸の使用量は化合物(LXXVII')1モルに対し約0.01ないし約2モル、好ましくは約0.02ないし約1.5モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、



炭化水素類などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

反応時間は通常約 20 分ないし約 100 時間、好ましくは約 30 分ないし約 72 時間である。反応温度は通常約 -30 ないし約 150℃、好ましくは約 -20 ないし約 120℃である。

- 5 次の反応で用いられる「塩基」としては、アルキル金属類、アリール金属類などが挙げられる。マグネシウムあるいは塩基の使用量は、化合物(LXXVII') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

化合物(XXVII-a')の使用量は、化合物(LXXVII') 1 モルに対し約 1 ないし約 3 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

- 10 該「置換基を有していてもよいアミノ基」で示される V' としては例えば N, 0-ジメチルヒドロキシルアミノ、2-メチルアジリジン-1-イルなどが挙げられる。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

- 15 反応時間は通常約 10 分ないし約 48 時間、好ましくは約 20 分ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -100 ないし約 150℃、好ましくは約 -80 ないし約 100℃である。

続く脱保護は、例えば保護基がアセタールの場合、酸の存在下加水分解することにより行われる。

- 20 該「酸」としては、硫酸、塩化水素、臭化水素、ヨウ化水素、過塩素酸等の鉱酸、メタンスルホン酸、p-トルエンスルホン酸などのスルホン酸類、トリフルオロ酢酸等が用いられる。酸の使用量は化合物(LXXVII') 1 モルに対し約 0.01 ないし約 2 モル、好ましくは約 0.02 ないし約 1.5 モルである。

- 25 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、スルホキシド類、酢酸エチルなどのエステル類、水などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

反応時間は通常約 30 分ないし約 36 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 24 時間

である。反応温度は通常約-20 ないし約 100℃、好ましくは約 0 ないし約 80℃である。

化合物(LXXIX')〔式中、 $R^{19}$ は上記と同意義を示す〕は化合物(VI')と化合物(LXXII')から化合物(LXXIII')を製造するときと同様にして、化合物(LXXVIII')と  
5 化合物(LXXII')から製造される。

化合物(I-a'')は化合物(LXXIX')と化合物(LXXX')〔式中、 $R^{18}$ は上記と同意義を示す〕を反応させることにより製造される。

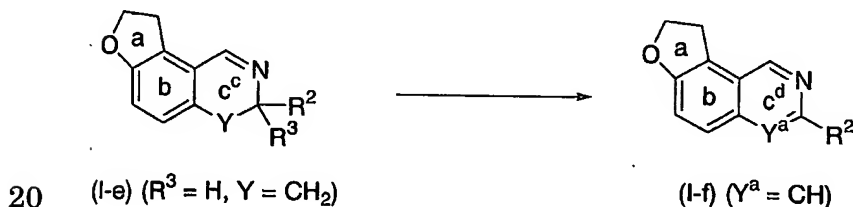
化合物(LXXX')の使用量は、化合物(LXXIX')1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 3 モルである。

10 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類またはこれらの混合物等が好ましい。

反応時間は通常約 10 分ないし約 36 時間、好ましくは約 15 分ないし約 24 時間で  
15 ある。反応温度は通常約-30 ないし約 150℃、好ましくは約-20 ないし約 120℃である。

化合物(I-f)〔式中、 $c^d$ 環は置換可能な位置に置換基を有していてもよい〕は反応式 2 2 に示した工程によって製造される。

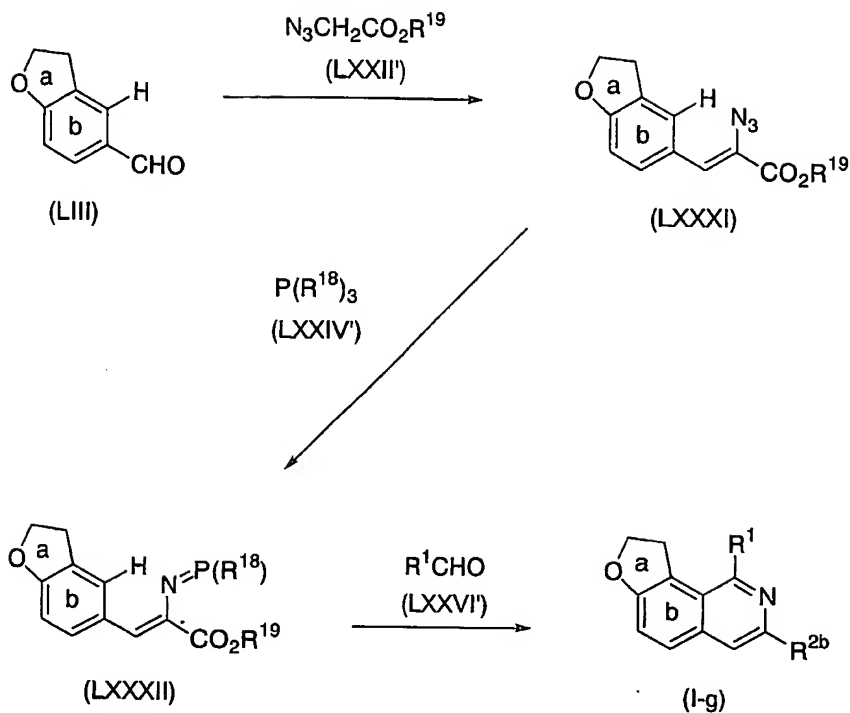
反応式 2 2



化合物(I-f)は化合物(I-a')から化合物(I'')を製造するときと同様にして(I-e)〔式中、 $c^e$ 環は置換可能な位置に置換基を有していてもよい〕から製造される。

化合物(I-g)〔式中、 $R^{2b}$ は上記と同意義を示す〕は反応式 2 3 に示した工程によ  
25 って製造される。

## 反応式 2 3



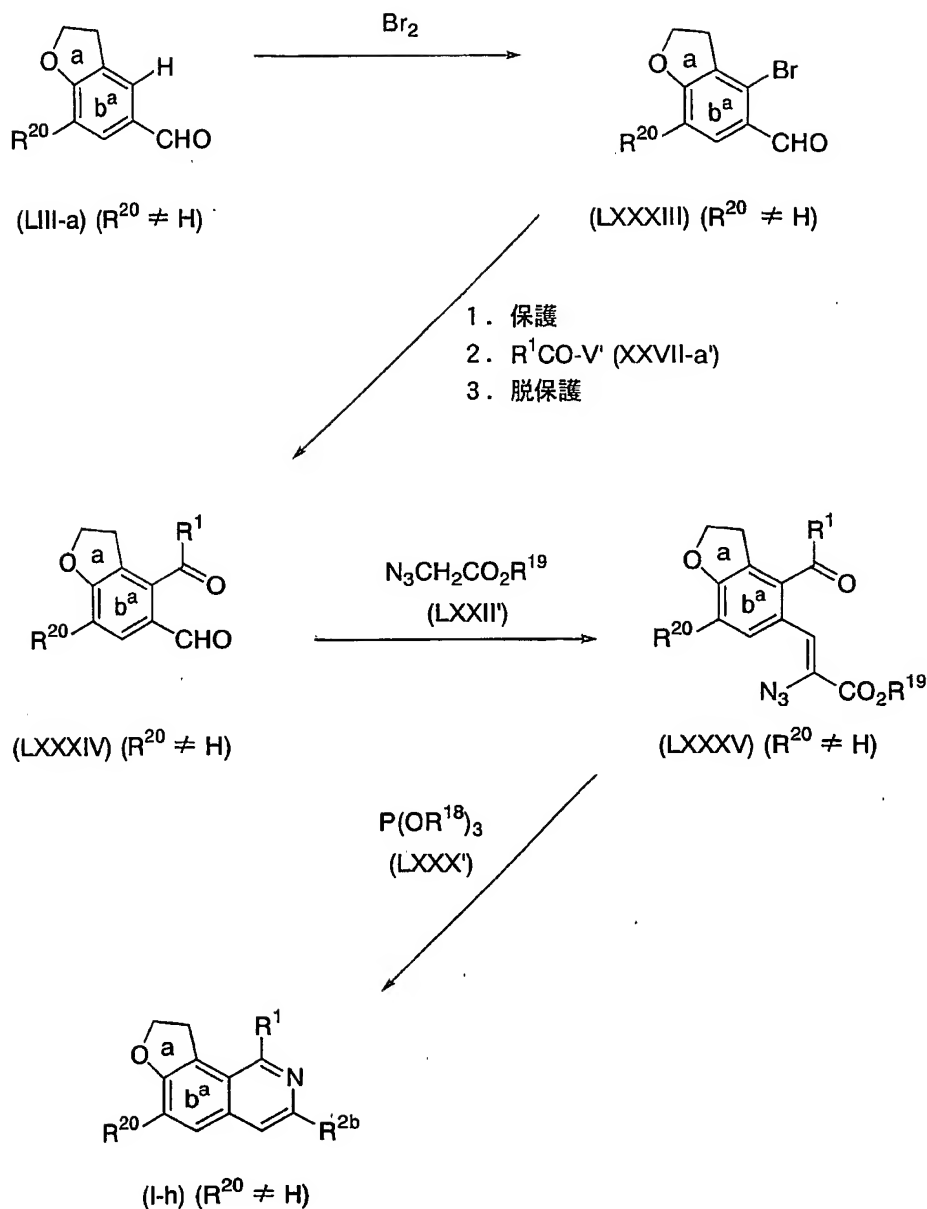
- 化合物 (LXXXI) [式中、 $\text{R}^{19}$  は上記と同意義を示す] は化合物 (VI') と化合物 (LXXII') から化合物 (LXXIII') を製造するときと同様にして化合物 (LIII) と化合物 (LXXII') から製造される。

化合物 (LXXXII) は化合物 (LXXIII') と化合物 (LXXIV') [式中、 $\text{R}^{18}$  は上記と同意義を示す] から化合物 (LXXV') を製造するときと同様にして化合物 (LXXXI) と化合物 (LXXIV') から製造される。

- 10 化合物 (I-g) は化合物 (LXXV') と化合物 (LXXVI') から化合物 (I-a'') を製造するときと同様にして化合物 (LXXXII) と化合物 (LXXVI') から製造される。

化合物 (I-h) [式中、 $b^a$  環は置換可能な位置に置換基を有していてもよく、 $\text{R}^{2b}$  は上記と同意義を示し、 $\text{R}^{20}$  は水素原子以外の置換基を示す] は反応式 2 4 に示した工程によっても製造される。

## 反応式 24



化合物(LXXXIII)は化合物(VI')から化合物(LXXVII')を製造するときと同様にして化合物(LIII-a)から製造される。

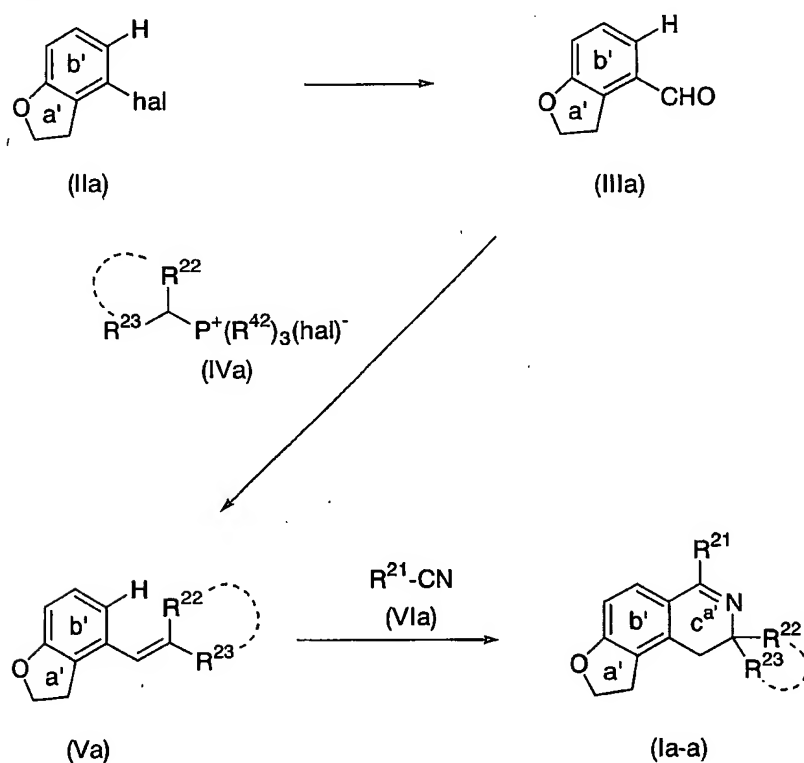
- 5 化合物(LXXXIV)は化合物(LXXVII')と化合物(XXVII-a')から化合物(LXXVIII')を製造するときと同様にして化合物(LXXXIII)と化合物(XXVII-a')から製造される。

化合物(LXXXV)〔式中、 $R^{19}$ は上記と同意義を示す〕は化合物(LXXVIII')と化合物(LXXII')から化合物(LXXIX')を製造するときと同様にして化合物(LXXXIV)と化合物(LXXII')から製造される。

化合物(I-h)は化合物(LXXIX')と化合物(LXXX')〔式中、 $R^{18}$ は上記と同意義を示す〕から化合物(I-a'')を製造するときと同様にして化合物(LXXXV)と化合物(LXXX')から製造される。

化合物(Ia-a)〔式中、 $c'$ 環は $R^{21}$ 、 $R^{22}$ および $R^{23}$ 以外に置換基を有していてもよい〕は反応式25に示した工程によって製造される。

反応式 25



化合物(IIIa)は化合物(IIa)をマグネシウムあるいは塩基を用いて有機金属化合物に変換し、ホルミル化剤と反応させることにより製造される。

該「塩基」としては、アルキル金属類、アリール金属類などが挙げられる。マグネシウムあるいは塩基の使用量は、化合物(IIa)1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

該「ホルミル化剤」としては、N,N-ジメチルホルムアミド、1-ホルミルピペリジン、4-ホルミルモルホリン、N-メチルホルムアニリドなどが挙げられる。ホルミル化剤の使用量は、化合物(IIa)1モルに対し約1ないし約10モル、好ましくは約1

ないし約 5 モルである。

本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

- 5 反応時間は通常約 10 分ないし約 48 時間、好ましくは約 30 分ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -100 ないし約 150℃、好ましくは約 -80 ないし約 100℃である。

化合物 (Va) は、化合物 (IIIa) と化合物 (IVa) [式中、 $R^{42}$  は炭化水素基、hal はハロゲンを示す] とを所望により塩基の存在下で反応させることにより製造される。

- 10 該「炭化水素基」としては、例えば、鎖状または環状炭化水素基（例、 $C_{1-6}$  アルキル（例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ペンチル、ヘキシルなど）、 $C_{3-6}$  シクロアルキル（例えば、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシルなど）、 $C_{6-14}$  アリール（例えば、フェニル、1-ナフチル、2-ナフチル、ビフェニル、2-アンソ  
15 リルなど）など）などが挙げられる。

化合物 (IVa) の使用量は、化合物 (IIIa) 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

- 20 該「塩基」としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第 3 級アミン類、アルカリ金属水素化物類、アルキル金属類、アリール金属類、金属アミド類、金属アルコキシド類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物 (IIIa) 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 2 モルである。

- 25 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、スルホキシド類、水などの溶媒またはこれらの混合溶媒などが好ましい。

反応時間は通常約 30 分ないし約 48 時間、好ましくは約 1 時間ないし約 24 時間である。反応温度は通常約 -100 ないし約 200℃、好ましくは約 -80 ないし約 150℃である。

化合物(Ia-a)は、化合物(Va)と化合物(VIa)とを酸存在下反応させることにより製造される。

化合物(VIa)の使用量は、化合物(Va)1モルに対し約0.5ないし約5モル、好ましくは約0.5ないし約2モルである。

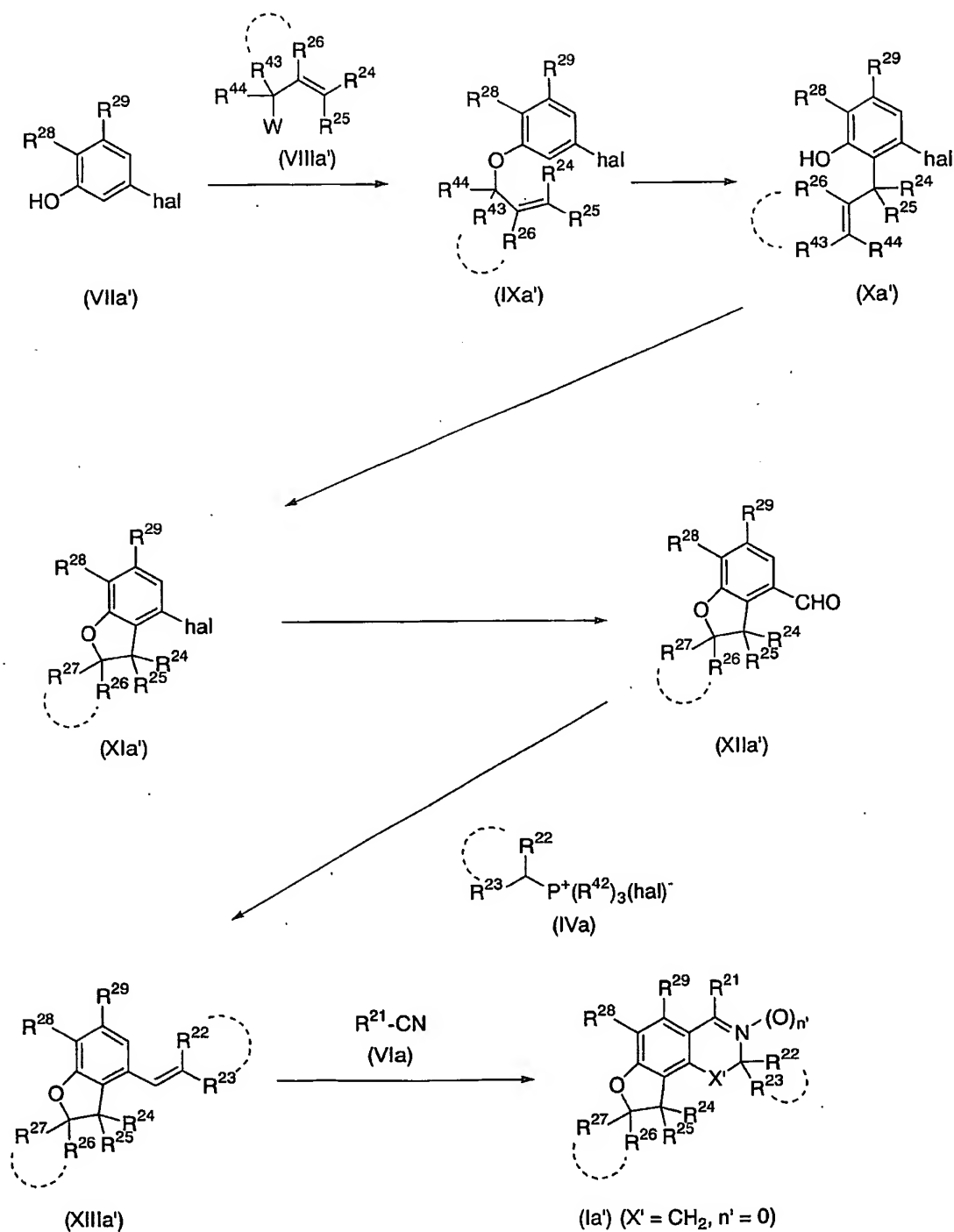
- 5 該「酸」としては、硫酸、塩化水素、臭化水素、ヨウ化水素、過塩素酸等の鉱酸、三フッ化ホウ素ジエチルエーテル錯体、塩化亜鉛、塩化アルミニウム等のルイス酸等が用いられる。酸の使用量は化合物(Va)1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約3モルである。

- 10 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えば炭化水素類、有機酸類、ハロゲン化炭化水素類またはこれらの混合物等が好ましい。

反応時間は通常約10分ないし約48時間、好ましくは約15分ないし約24時間である。反応温度は通常約-20ないし約150℃、好ましくは約0ないし約100℃である。

- 15 化合物(Ia')は反応式26に示した工程によって製造される。

## 反応式 26



化合物 (IXa') は、化合物 (VIIa') と化合物 (VIIIa') [式中、 $R^{43}$  および  $R^{44}$  は、 $R^{27}$  の一部を形成する、置換基を有していてもよい炭化水素基で、 $R^{27}$  と同様のものが挙げられ、 $W$  は脱離基を示す] とを所望により塩基の存在下で反応させることによ



り製造される。

該「脱離基」としては、例えばヒドロキシ、ハロゲン原子（例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等）、ハロゲン化されていてもよい  $C_{1-5}$  アルキルスルホニルオキシ（例えば、メタンスルホニルオキシ、エタンスルホニルオキシ、トリクロロメタ  
5    ンスルホニルオキシ等）、置換基を有していてもよい  $C_{6-10}$  アリールスルホニルオキシ等が挙げられる。「置換基を有していてもよい  $C_{6-10}$  アリールスルホニルオキシ」としては、例えば  $C_{1-6}$  アルキル（例、メチル、エチル等）、 $C_{1-6}$  アルコキシ（例、メトキシ、エトキシ等）およびニトロから選ばれる置換基を1ないし3個有していてもよい  $C_{6-10}$  アリールスルホニルオキシ（例、フェニルスルホニルオキシ、ナフチ  
10    ルスルホニルオキシ等）等が挙げられ、具体例としては、ベンゼンスルホニルオキシ、*m*-ニトロベンゼンスルホニルオキシ、*p*-トルエンスルホニルオキシ等が挙げられる。

化合物(VIIIIa')の使用量は、化合物(VIIa')1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

15    該「塩基」としては、例えば無機塩基類、塩基性塩類、芳香族アミン類、第3級アミン類、金属水素化物類、金属アミド類、金属アルコキシド類等が挙げられる。塩基の使用量は、化合物(VIIa')1モルに対し約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

20    本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、エーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、ケトン類、スルホキシド類等の溶媒またはこれらの混合溶媒等が好ましい。

25    反応時間は通常約15分ないし約48時間、好ましくは約30分ないし約24時間である。反応温度は通常約-20ないし約150℃、好ましくは約0ないし約100℃である。

前記反応に代え、光延反応（シンセシス（Synthesis）、1981年、1~27頁）を用いることもできる。

該反応は、化合物(VIIa')と化合物(VIIIIa')中、WがOHである化合物とを、アゾ

ジカルボキシラート類（例、ジエチルアゾジカルボキシラート等）およびホスフィン類（例、トリフェニルホスフィン、トリブチルホスフィン等）の存在下反応させる。

5 化合物(VIIIa')中、WがOHである化合物の使用量は、化合物(VIIa')1モルに対し、約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

該「アゾジカルボキシラート類」および「ホスフィン類」の使用量は、それぞれ化合物(VIIa')1モルに対し、約1ないし約5モル、好ましくは約1ないし約2モルである。

10 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、ケトン類、スルホキシド類等の溶媒またはそれらの混合溶媒等が好ましい。

15 反応時間は通常約5分ないし約48時間、好ましくは約10分ないし約24時間である。反応温度は通常約-20ないし約200℃、好ましくは約0ないし約100℃である。

化合物(Xa')は、化合物(IXa')をクライゼン転位させることにより製造される。

20 本反応は、無溶媒で行うか、反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒としては、反応が進行する限り特に限定されないが、例えばアルコール類、炭化水素類、有機酸類、エーテル類、アニリン類（例、N,N-ジメチルアニリン、N,N-ジエチルアニリンなど）、フェノール類（例、2,6-ジメチルフェノールなど）、ハロゲン化炭化水素類またはこれらの混合溶媒などが用いられる。

25 また、所望により酸触媒を用いて本反応を行ってもよい。酸触媒としては、塩化アルミニウム、三臭化ホウ素等のルイス酸類などが用いられる。酸触媒の使用量は、例えばルイス酸の場合、通常化合物(IXa')1モルに対し約0.1ないし約20モル、好ましくは約0.1ないし約5モルである。反応時間は通常約30分ないし約24時間、好ましくは約1ないし約8時間である。反応温度は通常約-70ないし約300℃、好ましくは約150ないし約250℃である。

化合物(XIa')は化合物(Xa')をプロトン酸、ルイス酸またはヨウ素存在下、閉環

- することにより製造することができる。プロトン酸としては、例えば塩酸、臭化水素酸、硫酸等の鉱酸類やメタンスルホン酸、トリフルオロメタンスルホン酸、フルオロスルホン酸等のスルホン酸類が、ルイス酸類としては例えば塩化アルミニウム、臭化アルミニウム、塩化チタン(IV)、塩化すず(IV)、塩化亜鉛、三塩化ホウ素、三臭化ホウ素、三フッ化ホウ素等が用いられる。通常、プロトン酸あるいはルイス酸はそれぞれ単独で用いられるが、所望により両者を組み合わせてもよい。プロトン酸を用いる場合は、化合物(Xa') 1 モルに対し約 1 ないし約 200 モル、好ましくは約 1 ないし約 100 モル用いる。ルイス酸を用いる場合は、化合物(Xa') 1 モルに対し約 1 ないし約 5 モル、好ましくは約 1 ないし約 3 モル用いる。ヨウ素を用いる場合は化合物(Xa') 1 モルに対し約 0.05 ないし約 1 モル、好ましくは約 0.1 ないし約 0.5 モル用いる。

- 本反応は反応に不活性な溶媒を用いて行うのが有利である。このような溶媒として反応が進行する限り特に限定されないが、例えばエーテル類、炭化水素類、アルコール類、アミド類、ハロゲン化炭化水素類、ニトリル類、ケトン類、スルホキシド類等の溶媒またはこれらの混合溶媒等が好ましい。反応温度は通常約-20 ないし約 150℃、好ましくは約 0 ないし約 120℃である。反応時間は通常約 5 分ないし約 24 時間、好ましくは約 10 分ないし約 5 時間である。

化合物(XIIa')は、化合物(IIa)から化合物(IIIa)を製造するときと同様にして、化合物(XIa')から製造される。

- 化合物(XIIIa')は、化合物(IIIa)と化合物(IVa)から化合物(Va)を製造するときと同様にして、化合物(XIIa')と化合物(IVa)〔式中、R<sup>42</sup> および hal は上記と同意義を示す〕から製造される。

化合物(Ia')は、化合物(Va)と化合物(VIa)から化合物(Ia-a)を製造するときと同様にして、化合物(XIIIa')と化合物(VIa)から製造される。

- 上記各反応において、原料化合物が置換基としてアミノ、カルボキシ、ヒドロキシを有する場合、これらの基にペプチド化学等で一般的に用いられるような保護基が導入されたものであってもよく、反応後に必要に応じて保護基を除去することにより目的化合物を得ることができる。

アミノの保護基としては、例えばホルミルまたはそれぞれ置換基を有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル-カルボニル（例えば、アセチル、プロピオニル等）、ベンゾイル、 $C_{1-6}$  アルコキシ-カルボニル（例えば、メトキシカルボニル、エトキシカルボニル等）、フェニルオキシカルボニル、 $C_{7-10}$  アラルキルオキシ-カルボニル（例えば、ベンジルオキシカルボニル等）、トリチル、フタロイル等が用いられる。これらの置換基としては、ハロゲン原子（例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等）、 $C_{1-6}$  アルキル-カルボニル（例えば、アセチル、プロピオニル、バレリル等）、ニトロ等が用いられ、置換基の数は1ないし3個程度である。

カルボキシの保護基としては、例えばそれぞれ置換基を有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル（例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、tert-ブチル等）、フェニル、トリチル、シリル等が用いられる。これらの置換基としては、ハロゲン原子（例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等）、ホルミル、 $C_{1-6}$  アルキル-カルボニル（例えば、アセチル、プロピオニル、ブチルカルボニル等）、ニトロ、 $C_{1-6}$  アルキル（例えば、メチル、エチル、tert-ブチル等）、 $C_{6-10}$  アリール（例えば、フェニル、ナフチル等）等が用いられ、置換基の数は1ないし3個程度である。

ヒドロキシの保護基としては、例えばホルミル、またはそれぞれ置換基を有していてもよい  $C_{1-6}$  アルキル（例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、tert-ブチル等）、フェニル、 $C_{7-11}$  アラルキル（例えば、ベンジル等）、 $C_{1-6}$  アルキル-カルボニル（例えば、アセチル、プロピオニル等）、フェニルオキシカルボニル、 $C_{7-11}$  アラルキルオキシ-カルボニル（例えば、ベンジルオキシカルボニル等）、テトラヒドロピラニル、テトラヒドロフラニル、シリル等が用いられる。これらの置換基としては、ハロゲン原子（例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等）、 $C_{1-6}$  アルキル（例えば、メチル、エチル、tert-ブチル等）、 $C_{7-11}$  アラルキル（例えば、ベンジル等）、 $C_{6-10}$  アリール（例えば、フェニル、ナフチル等）、ニトロ等が用いられ、置換基の数は1ないし4個程度である。

また、保護基の除去方法としては、自体公知またはそれに準じる方法が用いられるが、例えば酸、塩基、紫外光、ヒドラジン、フェニルヒドラジン、N-メチルジチ

オカルバミン酸ナトリウム、テトラブチルアンモニウムフルオリド、酢酸パラジウム(II)等で処理する方法または還元反応が用いられる。

いずれの場合にも、さらに所望により、脱保護反応、アシル化反応、アルキル化反応、水素添加反応、酸化反応、還元反応、炭素鎖延長反応、置換基交換反応を各々、  
5 単独あるいはその二つ以上を組み合わせることで行うことにより化合物(A)、(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')を合成することができる。これらの反応は、例えば、新実験化学講座 14、15 巻、1977 年(丸善出版)等に記載の方法が採用される。

上記反応により、目的物が遊離の状態で得られる場合には、常法に従って塩に変換してもよく、また塩として得られる場合には、常法に従って遊離体または他の塩  
10 に変換することもできる。かくして得られる化合物(A)、(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')は、公知の手段例えば転溶、濃縮、溶媒抽出、分溜、結晶化、再結晶、クロマトグラフィー等により反応溶液から単離、精製することができる。

化合物(A)、(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')が、コンフィギュレーションアルアイソマー(配置異性体)、ジアステレオマー、コンフォーマー等として存在する  
15 場合には、所望により、前記の分離、精製手段によりそれぞれを単離することができる。また、化合物(A)、(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')がラセミ体である場合には、通常の光学分割手段により S 体および R 体に分離することができる。

化合物(A)、(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')に立体異性体が存在する場合には、この異性体が単独の場合およびそれらの混合物の場合も本発明に含まれる。

20 また、化合物(A)、(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')は、水和物または非水和物であってもよい。

化合物(A)、(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')は同位元素(例えば、 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{35}\text{S}$ )等で標識されていてもよい。

化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')のプロドラッグは、生体内における  
25 生理条件下で酵素や胃酸等による反応により化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')に変換する化合物、すなわち酵素的に酸化、還元、加水分解等を受けて化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')に変化する化合物、胃酸等により加水分解等を受けて化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')に変化する化合物をいう。化

- 化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')のプロドラッグとしては、化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')のアミノ基がアシル化、アルキル化、りん酸化された化合物（例えば、化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')のアミノ基がエイコサノイル化、アラニル化、ペンチルアミノカルボニル化、（5-メチル-2-オキソ-1,3-ジオキソレン-4-イル）メトキシカルボニル化、テトラヒドロフラニル化、ピロリジノメチル化、ピバロイルオキシメチル化、tert-ブチル化された化合物等）；化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')のヒドロキシ基がアシル化、アルキル化、りん酸化、ホウ酸化された化合物（例えば、化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')のヒドロキシ基がアセチル化、パルミトイル化、プロパノイル化、ピバロイル化、スクシニル化、フマリル化、アラニル化、ジメチルアミノメチルカルボニル化された化合物等）；化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')のカルボキシ基がエステル化、アミド化された化合物（例えば、化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')のカルボキシ基がエチルエステル化、フェニルエステル化、カルボキシメチルエステル化、ジメチルアミノメチルエステル化、ピバロイルオキシメチルエステル化、エトキシカルボニルオキシエチルエステル化、フタリジルエステル化、（5-メチル-2-オキソ-1,3-ジオキソレン-4-イル）メチルエステル化、シクロヘキシルオキシカルボニルエチルエステル化、メチルアミド化された化合物等）等が挙げられる。これらの化合物は自体公知の方法によって化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')から製造することができる。
- 20      また、化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')のプロドラッグは、広川書店1990年刊「医薬品の開発」第7巻分子設計163～198頁に記載されているような生理的条件下で化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')に変化するものであってもよい。

- 25      化合物(A)、(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')の塩としては、例えば薬理的に許容される塩等が用いられる。例えば、無機塩基との塩、アンモニウム塩、有機塩基との塩、無機酸との塩、有機酸との塩、塩基性または酸性アミノ酸との塩等が挙げられる。無機塩基との塩の好適な例としては、例えばナトリウム塩、カリウム塩等のアルカリ金属塩、カルシウム塩、マグネシウム塩等の

- アルカリ土類金属塩、またはアルミニウム塩等が挙げられる。有機塩基との塩の好適な例としては、例えばトリメチルアミン、トリエチルアミン、ピリジン、ピコリン、2,6-ルチジン、エタノールアミン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、シクロヘキシルアミン、ジシクロヘキシルアミン、N,N'-ジベンジルエチレンジアミン等との塩が挙げられる。無機酸との塩の好適な例としては、例えば塩酸、臭化水素酸、硝酸、硫酸、リン酸等との塩が挙げられる。有機酸との塩の好適な例としては、例えばギ酸、酢酸、トリフルオロ酢酸、フタル酸、フマル酸、シュウ酸、酒石酸、マレイン酸、クエン酸、コハク酸、リンゴ酸、メタンスルホン酸、ベンゼンスルホン酸、p-トルエンスルホン酸等との塩が挙げられる。塩基性アミノ酸との塩の好適な例としては、例えばアルギニン、リジン、オルニチン等との塩が挙げられ、酸性アミノ酸との塩の好適な例としては、例えばアスパラギン酸、グルタミン酸等との塩が挙げられる。
- 5
- 10

- 中でも薬学的に許容可能な塩が好ましく、その例としては、化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)または(Ia')内に塩基性官能基を有する場合には、例えば塩酸、臭化水素酸、硝酸、硫酸、リン酸等無機酸との塩、例えば酢酸、フタル酸、フマル酸、シュウ酸、酒石酸、マレイン酸、クエン酸、コハク酸、メタンスルホン酸、p-トルエンスルホン酸等の有機酸との塩が挙げられ、酸性官能基を有する場合には、例えばナトリウム塩、カリウム塩等のアルカリ金属塩、カルシウム塩、マグネシウム塩等のアルカリ土類金属塩、アンモニウム塩等が挙げられる。
- 15
- 20
- 25
- 本発明の化合物(A)、(I)、(I')、(I'')、(Ia)、(Ia')またはその塩(化合物(I)、(I')、(I'')、(Ia)、(Ia')のプロドラッグを含む)(以下、本発明の化合物と略記する)は、優れたエンتریー障害作用を有しており、かつ毒性が低く、安全であるので、哺乳動物(例えば、ヒト、マウス、イヌ、ラット、ウシなど)におけるHIV感染症およびAIDSの予防・治療剤等として用いることができる。投与経路は経口、非経口のいずれでもよい。

剤形的具体例としては、例えば、錠剤(糖衣錠、フィルムコーティング錠を含む)、丸剤、カプセル剤(マイクロカプセルを含む)、顆粒剤、細粒剤、散剤、シロップ剤、乳剤、懸濁剤、注射剤、吸入剤、軟膏、点眼剤、エアゾール

剤、眼軟膏剤、硬膏剤、座剤、トローチ剤、パップ剤、リニメント剤などが用いられる。これらの製剤は常法（例えば、日本薬局方記載の方法など）に従って調製される。

本発明の製剤において、本発明の化合物の含有量は、製剤の形態によって相違するが、通常製剤全体に対して0.01ないし100重量%、好ましくは0.1ないし50重量%、さらに好ましくは0.5ないし20重量%程度である。

具体的には、錠剤の製造法は、医薬品をそのまま、賦形剤、結合剤、崩壊剤もしくはそのほかの適当な添加剤を加えて均等に混和したものを、適当な方法で顆粒とした後、滑沢剤などを加え、圧縮成型するかまたは、医薬品をそのまま、または賦形剤、結合剤、崩壊剤もしくはそのほかの適当な添加剤を加えて均等に混和したものを、直接圧縮成型して製するか、またはあらかじめ製した顆粒にそのまま、もしくは適当な添加剤を加えて均等に混合した後、圧縮成型しても製造することもできる。また、本剤は、必要に応じて着色剤、矯味剤などを加えることができる。さらに、本剤は、適当なコーティング剤で剤皮を施すこともできる。

注射剤の製造法は、医薬品の一定量を、水性溶剤の場合は注射用水、生理食塩水、リンゲル液など、非水性溶剤の場合は通常植物油などに溶解、懸濁もしくは乳化して一定量とするか、または医薬品の一定量を取り注射用の容器に密封して製することができる。

経口用製剤担体としては、例えば、デンプン、マンニット、結晶セルロース、カルボキシメチルセルロースナトリウムなどの製剤分野において常用されている物質が用いられる。注射用担体としては、例えば、蒸留水、生理食塩水、グルコース溶液、輸液剤などが用いられる。その他、製剤一般に用いられる添加剤を適宜添加することもできる。

これらの製剤の投与量は、年令、体重、症状、投与経路、投与回数などにより異なるが、例えば、成人患者に対して、1日当たり有効成分（本発明の化合物）に換算して通常0.01ないし100mg/kg、好ましくは0.01ないし50mg/kg、より好ましくは0.05ないし10mg/kgを1日1または2回に分割して経口投与するのがよい。



- また、本発明の化合物(I')および(I'')のうち、新規化合物である化合物(I'-A)および(I''-A)はホスホジエステラーゼ4阻害作用も有し、かつ毒性が低く、安全であるので、哺乳動物(例えば、ヒト、マウス、イヌ、ラット、ウシなど)における炎症性疾患、自己免疫疾患、糖尿病、動脈硬化、移植片対宿主疾患、多発性硬化症、敗血症、乾癬、骨粗鬆症、うつ病、脳血管閉塞後の中枢機能低下症、脳血管痴呆症、アルツハイマー型痴呆症、記憶障害、肥満、心不全、肺繊維症、アレルギー性疾患(例えば、アトピー性皮膚炎、アレルギー性鼻炎、蕁麻疹)、狭心症、心筋梗塞、高血圧症、肺高血圧症、腎疾患、脳機能疾患、免疫不全、眼科疾患、男性または女性の性機能障害等の予防・治療剤、ホスホジエステラーゼ阻害剤として用いることができる。とりわけ、炎症性疾患、アトピー性皮膚炎、アレルギー性鼻炎、喘息、慢性閉塞性肺疾患、慢性関節リウマチ、自己免疫疾患、うつ病、アルツハイマー型痴呆症、記憶障害、骨粗鬆症、糖尿病および動脈硬化などの予防・治療剤、ホスホジエステラーゼ4阻害剤として用いることができる。投与経路は経口、非経口のいずれでもよい。
- 15 特にホスホジエステラーゼ4Aを阻害することにより、喘息、アトピー性皮膚炎、アレルギー性鼻炎、慢性閉塞性肺疾患、関節リウマチ、うつ病、アルツハイマー型痴呆症、記憶障害、多発性硬化症、骨粗鬆症の予防・治療剤として、ホスホジエステラーゼ4Bを阻害することにより、喘息、アトピー性皮膚炎、アレルギー性鼻炎、慢性閉塞性肺疾患、関節リウマチ、うつ病、アルツハイマー型痴呆症、記憶障害、多発性硬化症、骨粗鬆症の予防・治療剤として、ホスホジエステラーゼ4Cを阻害することにより、喘息、アトピー性皮膚炎、アレルギー性鼻炎、慢性閉塞性肺疾患、関節リウマチ、多発性硬化症、骨粗鬆症の予防・治療剤として、ホスホジエステラーゼ4Dを阻害することにより、喘息、アトピー性皮膚炎、アレルギー性鼻炎、慢性閉塞性肺疾患、関節リウマチ、うつ病、アルツハイマー型痴呆症、記憶障害、多発性硬化症、骨粗鬆症の予防・治療剤として本発明の化合物(I'-A)および(I''-A)を用いることができる。
- 20
- 25

この製剤の投与量は、年齢、体重、症状、投与経路、投与回数などにより異なるが、例えば、成人患者に対して、1日当たり有効成分(本発明の化合物)に換算し

で通常 0.01 ないし 100mg/kg、好ましくは 0.01 ないし 50mg/kg、より好ましくは 0.05 ないし 10mg/kg を 1 日 1 または 2 回に分割して経口投与するのがよい。

本発明の化合物は単剤として使用しても優れたエン트리ー阻害作用を示すが、さらに本発明の化合物以外のHIV感染症の予防・治療剤（特にAIDSの予防・治療

5 剤）（以下、併用薬物と略記する）と併用（多剤併用）することもできる。

本発明の化合物以外のHIV感染症の予防・治療剤としては、例えばプロテアーゼ阻害剤（例えば、サキナビル (saquinavir)、リトナビル (ritonavir)、インジナビル (indinavir)、ネルフィナビル (nelfinavir)、アンプレナビル (amprenavir)、ロピナビル (lopinavir)、モゼナビル (mozenavir)、アタザナビル (atazanavir)、チプラナビル (tipranavir)、フォスアンプレナビル (fosamprenavir)、JE-2147、TMC-114、TMC-126、DPC-681、DPC-684など）、核酸系逆転写酵素阻害剤（例えば、ジドブジン (zidovudine)、ジダノシン (didanosine)、ザルシタビン (zalcitabine)、ラミブジン (lamivudine)、スタブジン (stavudine)、アバカビル (avacavir)、テノフォビル ジソプロキシル フマレート (tenofovir disoproxil fumarate)、エントリシタビン (emtricitabine)、アンドキソビル (amdoxovir)、ホスファジド (phosphazide)、アロブジン (alovudine)、DPC-817、ACH-126443、GS-7340、(-)dOTC、beta-L-5-Fddcなど）、非核酸系逆転写酵素阻害剤（例えば、ネビラピン (nevirapine)、デラビルジン (delavirdine)、エファビレンツ (efavirenz)、

20 カプラビリン (capravirine)、エミピリン (emivirine)、DPC-083、DPC-961、DPC-963、TMC-120、TMC-125、MIV-150、カラノリドA (calanolide-A) など）、エン트리ー阻害剤（例えば、T-20、T-1249、FP-21399、PRO-542、PRO-2000、KD-247 など）、CCR5拮抗剤（例えば、N,N-ジメチル-N-[4[[[2-(4-メチルフェニル)-6,7-ジヒドロ-5H-ベンゾシクロヘプテン-8-イル]カルボニル]アミノ]ベンジル]テ

25 トラヒドロ-2H-ピラン-4-アミニウム クロリド、SCH-C、SCH-D、UK-427,857、PRO 140など）、CXCR4拮抗剤（例えば、AMD-3100など）、インテグラーゼ阻害剤（例えば、S1360、L-870810など）などが挙げられる。

なかでも、プロテアーゼ阻害剤としては、サキナビル (saquinavir)、リト

ナビル(ritonavir)、インジナビル(indinavir)、ネルフィナビル(nelfinavir)、アンプレナビル(amprenavir)、ロピナビル(lopinavir)などが好ましく、核酸系逆転写酵素阻害剤としては、ジドブジン(zidovudine)、ジダノシン(didanosine)、ザルシタピン(zalcitabine)、ラミブジン(lamivudine)、  
5 スタブジン(stavudine)、アバカビル(avacavir)、テノフォビル ジソプロキシル フマレート(tenofovir disoproxil fumarate)などが好ましく、非核酸系逆転写酵素阻害剤としては、ネビラピン(nevirapine)、デラビルジン(delavirdine)、エファビレンツ(efavirenz)などが好ましい。

また、本発明の化合物はHIV-1の表面抗原に対する抗体や、HIV-1のワクチン  
10 とも組み合わせて用いることもできる。

本発明の化合物と併用薬物との併用に際しては、本発明の化合物と併用薬物の投与時期は限定されず、本発明の化合物と併用薬物とを、投与対象に対し、同時に投与してもよいし、時間差をおいて投与してもよい。併用薬物の投与量は、  
15 临床上用いられている投与量に準ずればよく、投与対象、投与ルート、疾患、組み合わせ等により適宜選択することができる。

本発明の化合物と併用薬物の投与形態は、特に限定されず、投与時に、本発明の化合物と併用薬物とが組み合わせられていればよい。このような投与形態としては、例えば、(1)本発明の化合物と併用薬物とを同時に製剤化して得られる単一の製剤の投与、(2)本発明の化合物と併用薬物とを別々に製剤化して得られ  
20 る2種の製剤の同一投与経路での同時投与、(3)本発明の化合物と併用薬物とを別々に製剤化して得られる2種の製剤の同一投与経路での時間差をおいての投与、(4)本発明の化合物と併用薬物とを別々に製剤化して得られる2種の製剤の異なる投与経路での同時投与、(5)本発明の化合物と併用薬物とを別々に製剤化して得られる2種の製剤の異なる投与経路での時間差をおいての投与(例えば、  
25 本発明の化合物→併用薬物の順序での投与、あるいは逆の順序での投与)などが挙げられる。以下、これらの投与形態をまとめて、本発明の併用剤と略記する。

本発明の併用剤は、毒性が低く、例えば、本発明の化合物または(および)

上記併用薬物を自体公知の方法に従って、薬理学的に許容される担体と混合して医薬組成物、例えば錠剤（糖衣錠、フィルムコーティング錠を含む）、散剤、顆粒剤、カプセル剤（ソフトカプセルを含む）、液剤、注射剤、坐剤、徐放剤等として、経口的又は非経口的（例、局所、直腸、静脈投与等）に安全に投与

5 することができる。注射剤は、静脈内、筋肉内、皮下、臓器内、鼻腔内、皮内、点眼、脳内、直腸内、膣内および腹腔内、腫瘍内部、腫瘍の近位などへの投与あるいは直接病巣に投与することができる。

本発明の併用剤の製造に用いられてもよい薬理学的に許容される担体としては、前記した本発明の医薬組成物に使用されるものと同様のものを使用すること

10 ができる。

本発明の併用剤における本発明の化合物と併用薬物との配合比は、投与対象、投与ルート、疾患等により適宜選択することができる。

例えば、本発明の併用剤における本発明の化合物の含有量は、製剤の形態によって相違するが、通常製剤全体に対して約0.01ないし100重量%、好ましくは

15 約0.1ないし約50重量%、さらに好ましくは約0.5ないし約20重量%程度である。

本発明の併用剤における併用薬物の含有量は、製剤の形態によって相違するが、通常製剤全体に対して約0.01ないし100重量%、好ましくは約0.1ないし約50重量%、さらに好ましくは約0.5ないし約20重量%程度である。

本発明の併用剤における担体等の添加剤の含有量は、製剤の形態によって相違するが、通常製剤全体に対して約1ないし約99.99重量%、好ましくは約10ないし約90重量%程度である。

20

また、本発明の化合物および併用薬物をそれぞれ別々に製剤化する場合も同様の含有量でよい。

これらの製剤は、製剤工程において通常一般に用いられる自体公知の方法により製造することができる。

25

例えば、本発明の化合物または併用薬物は、分散剤（例、ツイーン（Tween）80（アトラスパウダー社製、米国）、HCO 60（日光ケミカルズ製）、ポリエチレングリコール、カルボキシメチルセルロース、アルギン酸ナトリウム、ヒド

- ロキシプロピルメチルセルロース、デキストリンなど)、安定化剤(例、アスコルビン酸、ピロ亜硫酸ナトリウム等)、界面活性剤(例、ポリソルベート80、マクロゴール等)、可溶剤(例、グリセリン、エタノール等)、緩衝剤(例、リン酸及びそのアルカリ金属塩、クエン酸及びそのアルカリ金属塩等)、等張
- 5 化剤(例、塩化ナトリウム、塩化カリウム、マンニトール、ソルビトール、ブドウ糖等)、pH調節剤(例、塩酸、水酸化ナトリウム等)、保存剤(例、パラオキシ安息香酸エチル、安息香酸、メチルパラベン、プロピルパラベン、ベンジルアルコール等)、溶解剤(例、濃グリセリン、メグルミン等)、溶解補助
- 10 剤(例、プロピレングリコール、白糖等)、無痛化剤(例、ブドウ糖、ベンジルアルコール等)などと共に水性注射剤に、あるいはオリーブ油、ゴマ油、綿実油、コーン油などの植物油、プロピレングリコールなどの溶解補助剤に溶解、懸濁あるいは乳化して油性注射剤に成形し、注射剤とすることができる。

- 経口投与用製剤とするには、自体公知の方法に従い、本発明の化合物または併用薬物を例えば、賦形剤(例、乳糖、白糖、デンプンなど)、崩壊剤(例、
- 15 デンプン、炭酸カルシウムなど)、結合剤(例、デンプン、アラビアゴム、カルボキシメチルセルロース、ポリビニルピロリドン、ヒドロキシプロピルセルロースなど)又は滑沢剤(例、タルク、ステアリン酸マグネシウム、ポリエチレングリコール 6000など)などを添加して圧縮成形し、次いで必要により、味のマスキング、腸溶性あるいは持続性の目的のため自体公知の方法でコー
- 20 ティングすることにより経口投与製剤とすることができる。そのコーティング剤としては、例えば、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、エチルセルロース、ヒドロキシメチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、ポリオキシエチレングリコール、ツイーン 80、プルロニック F68、セルロースアセテート
- 25 フタレート、ヒドロキシプロピルメチルセルロースフタレート、ヒドロキシメチルセルロースアセテートサクシネート、オイドラギット(ローム社製、ドイツ、メタアクリル酸・アクリル酸共重合)および色素(例、ベンガラ、二酸化チタン等)などが用いられる。経口投与用製剤は速放性製剤、徐放性製剤のいずれであってもよい。

例えば、坐剤とするには、自体公知の方法に従い、本発明の化合物または併用薬物を油性又は水性の固状、半固状あるいは液状の坐剤とすることができる。上記組成物に用いる油性基剤としては、例えば、高級脂肪酸のグリセリド〔例、カカオ脂、ウイテプゾル類（ダイナマイトノーベル社製、ドイツ）など〕、中級脂肪酸〔例、ミグリオール類（ダイナマイトノーベル社製、ドイツ）など〕、あるいは植物油（例、ゴマ油、大豆油、綿実油など）などが挙げられる。また、水性基剤としては、例えばポリエチレングリコール類、プロピレングリコール、水性ゲル基剤としては、例えば天然ガム類、セルロース誘導体、ビニル重合体、アクリル酸重合体などが挙げられる。

- 5 10 上記徐放性製剤としては、徐放性マイクロカプセル剤などが挙げられる。

徐放型マイクロカプセルとするには、自体公知の方法を採用できるが、例えば、下記〔2〕に示す徐放性製剤に成型して投与するのが好ましい。

本発明の化合物は、固形製剤（例、散剤、顆粒剤、錠剤、カプセル剤）などの経口投与用製剤に成型するか、坐剤などの直腸投与用製剤に成型するのが好ましい。特に経口投与用製剤が好ましい。

- 15 併用薬物は、薬物の種類に応じて上記した剤形とすることができる。

以下に、〔1〕本発明の化合物または併用薬物の注射剤およびその調製、〔2〕本発明の化合物または併用薬物の徐放性製剤又は速放性製剤およびその調製、

- 〔3〕本発明の化合物または併用薬物の舌下錠、バッカル又は口腔内速崩壊剤  
20 およびその調製について具体的に示す。

#### 〔1〕注射剤およびその調製

本発明の化合物または併用薬物を水に溶解してなる注射剤が好ましい。該注射剤には安息香酸塩又は／およびサリチル酸塩を含有させてもよい。

- 25 該注射剤は、本発明の化合物または併用薬物と所望により安息香酸塩又は／およびサリチル酸塩の双方を水に溶解することにより得られる。

上記安息香酸、サリチル酸の塩としては、例えばナトリウム、カリウムなどのアルカリ金属塩、カルシウム、マグネシウムなどのアルカリ土類金属塩、アンモニウム塩、メグルミン塩、その他トロメタモールなどの有機酸塩などが挙

げられる。

注射剤中の本発明の化合物または併用薬物の濃度は約0.5～約50w/v%、好ましくは約3～約20w/v%程度である。また安息香酸塩又は／およびサリチル酸塩の濃度は約0.5～約50w/v%、好ましくは約3～約20w/v%が好ましい。

- 5      また、本剤には一般に注射剤に使用される添加剤、例えば安定化剤（アスコルビン酸、ピロ亜硫酸ナトリウム等）、界面活性剤（ポリソルベート80、マクロゴール等）、可溶剤（グリセリン、エタノール等）、緩衝剤（リン酸及びそのアルカリ金属塩、クエン酸及びそのアルカリ金属塩等）、等張化剤（塩化ナトリウム、塩化カリウム等）、分散剤（ヒドロキシプロピルメチルセルロース、
- 10    デキストリン）、pH調節剤（塩酸、水酸化ナトリウム等）、保存剤（パラオキシ安息香酸エチル、安息香酸等）、溶解剤（濃グリセリン、メグルミン等）、溶解補助剤（プロピレングリコール、白糖等）、無痛化剤（ブドウ糖、ベンジルアルコール等）などを適宜配合することができる。これらの添加剤は一般に注射剤に通常用いられる割合で配合される。
- 15    注射剤のpHは、pH調節剤の添加により2～12好ましくは2.5～8.0に調整することができる。

- 注射剤は本発明の化合物または併用薬物と所望により安息香酸塩又は／およびサリチル酸塩の双方を、また必要により上記添加剤を水に溶解することにより得られる。これらの溶解はどのような順序で行ってもよく、従来の注射剤の
- 20    製法と同様に適宜行うことができる。

注射用水溶液は加温するのがよく、また通常の注射剤と同様にたとえば濾過滅菌、高圧加熱滅菌などを行うことにより注射剤として供することができる。

注射用水溶液は、例えば100℃～121℃の条件で5分～30分高圧加熱滅菌するのがよい。

- 25    さらに多回分割投与製剤として使用できるように、溶液の抗菌性を付与した製剤としてもよい。

## 〔2〕徐放性製剤又は速放性製剤およびその調製

本発明の化合物または併用薬物を含んでなる核を所望により水不溶性物質や

膨潤性ポリマーなどの被膜剤で被覆してなる徐放性製剤が好ましい。例えば、1日1回投与型の経口投与用徐放性製剤が好ましい。

被膜剤に用いられる水不溶性物質としては、例えばエチルセルロース、ブチルセルロースなどのセルロースエーテル類、セルロースアセテート、セルロースプロピオネートなどのセルロースエステル類、ポリビニルアセテート、ポリビニルブチレートなどのポリビニルエステル類、アクリル酸/メタクリル酸共重合体、メチルメタクリレート共重合体、エトキシエチルメタクリレート/シンナモエチルメタクリレート/アミノアルキルメタクリレート共重合体、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、メタクリル酸アルキルアミド共重合体、ポリ(メタクリル酸メチル)、ポリメタクリレート、ポリメタクリルアミド、アミノアルキルメタクリレート共重合体、ポリ(メタクリル酸アンヒドリド)、グリシジルメタクリレート共重合体、とりわけオイドラギットRS-100, RL-100, RS-30D, RL-30D, RL-P0, RS-P0 (アクリル酸エチル・メタクリル酸メチル・メタクリル酸塩化トリメチル・アンモニウムエチル共重合体)、オイドラギットNE-30D (メタクリル酸メチル・アクリル酸エチル共重合体) などのオイドラギット類(ローム・ファーマ社) などのアクリル酸系ポリマー、硬化ヒマシ油(例、ラブリーワックス(フロイント産業) など) などの硬化油、カルナバワックス、脂肪酸グリセリンエステル、パラフィンなどのワックス類、ポリグリセリン脂肪酸エステル等が挙げられる。

膨潤性ポリマーとしては、酸性の解離基を有し、pH依存性の膨潤を示すポリマーが好ましく、胃内のような酸性領域では膨潤が少なく、小腸や大腸などの中性領域で膨潤が大きくなる酸性の解離基を有するポリマーが好ましい。

このような酸性の解離基を有し pH依存性の膨潤を示すポリマーとしては、例えばカーボマー(carbomer) 934P, 940, 941, 974P, 980, 1342等、ポリカーボフィル(polycarbophil)、カルシウムポリカーボフィル(calcium polycarbophil) (前記はいずれもBFグツドリッチ社製)、ハイビスワコー103, 104, 105, 304 (いずれも和光純薬(株) 製) などの架橋型ポリアクリル酸重合体が挙げられる。

徐放性製剤に用いられる被膜剤は親水性物質をさらに含んでもよい。



該親水性物質としては、例えばプルラン、デキストリン、アルギン酸アルカリ金属塩などの硫酸基を有していてもよい多糖類、ヒドロキシプロピルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、カルボキシメチルセルロースナトリウムなどのヒドロキシアルキル基又はカルボキシアルキル基を有する多糖類、メチルセルロース、ポリビニルピロリドン、ポリビニルアルコール、ポリエチレングリコールなどが挙げられる。

徐放性製剤の被膜剤における水不溶性物質の含有率は約30ないし約90% (w/w)、好ましくは約35ないし約80% (w/w)、さらに好ましくは約40ないし75% (w/w)、膨潤性ポリマーの含有率は約3ないし約30% (w/w)、好ましくは約3ないし約15% (w/w)である。被膜剤は親水性物質をさらに含んでいてもよく、その場合被膜剤における親水性物質の含有率は約50% (w/w) 以下、好ましくは約5～約40% (w/w)、さらに好ましくは約5～約35% (w/w) である。ここで上記% (w/w) は被膜剤液から溶媒（例、水、メタノール、エタノール等の低級アルコール等）を除いた被膜剤組成物に対する重量%を示す。

徐放性製剤は、以下に例示するように薬物を含む核を調製し、次いで得られた核を、水不溶性物質や膨潤性ポリマーなどを加熱溶解あるいは溶媒に溶解又は分散させた被膜剤液で被覆することにより製造される。

#### I. 薬剤を含む核の調製

被膜剤で被覆される薬物を含む核（以下、単に核と称することがある）の形態は特に制限されないが、好ましくは顆粒あるいは細粒などの粒子状に形成される。

核が顆粒又は細粒の場合、その平均粒子径は、好ましくは約150ないし約2,000  $\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは約500ないし約1,400  $\mu\text{m}$  である。

核の調製は通常の製造方法で実施することができる。例えば、薬物に適当な賦形剤、結合剤、崩壊剤、滑沢剤、安定化剤等を混合し、湿式押し出し造粒法、流動層造粒法などにより調製する。

核の薬物含量は、約0.5ないし約95% (w/w)、好ましくは約5ないし約80% (w/w)、さらに好ましくは約30ないし約70% (w/w) である。

核に含まれる賦形剤としては、例えば白糖、乳糖、マンニトール、グルコースなどの糖類、澱粉、結晶セルロース、リン酸カルシウム、コーンスターチなどが用いられる。中でも、結晶セルロース、コーンスターチが好ましい。

結合剤としては、例えばポリビニルアルコール、ヒドロキシプロピルセルロース、ポリエチレングリコール、ポリビニルピロリドン、プルロニックF68、アラビアゴム、ゼラチン、澱粉などが用いられる。崩壊剤としては、例えばカルボキシメチルセルロースカルシウム (ECG505)、クロスカルメロースナトリウム (Ac-Di-Sol)、架橋型ポリビニルピロリドン (クロスポビドン)、低置換度ヒドロキシプロピルセルロース (L-HPC) などが用いられる。中でも、ヒドロキシプロピルセルロース、ポリビニルピロリドン、低置換度ヒドロキシプロピルセルロースが好ましい。滑沢剤、凝集防止剤としては例えばタルク、ステアリン酸マグネシウム、また潤滑剤としてポリエチレングリコールなどが用いられる。安定化剤としては酒石酸、クエン酸、コハク酸、フマル酸、マレイン酸などの酸が用いられる。

核は上記製造法以外にも、例えば核の中心となる不活性担体粒子上に水、低級アルコール（例、メタノール、エタノールなど）等の適当な溶媒に溶解した結合剤をスプレーしながら、薬物あるいはこれと賦形剤、滑沢剤などとの混合物を少量ずつ添加して行う転動造粒法、パンコーティング法、流動層コーティング法や熔融造粒法によっても調製することができる。不活性担体粒子としては、例えば白糖、乳糖、澱粉、結晶セルロース、ワックス類で製造されたものが使用でき、その平均粒子径は約100  $\mu\text{m}$ ないし約1,500  $\mu\text{m}$ であるものが好ましい。

核に含まれる薬物と被膜剤とを分離するために、防護剤で核の表面を被覆してもよい。防護剤としては、例えば前記親水性物質や、水不溶性物質等が用いられる。防護剤は、好ましくはポリエチレングリコールやヒドロキシアルキル基又はカルボキシアルキル基を有する多糖類、より好ましくはヒドロキシプロピルメチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロースが用いられる。該防護剤には安定化剤として酒石酸、クエン酸、コハク酸、フマル酸、マレイン酸等

の酸や、タルクなどの滑沢剤を含んでいてもよい。防護剤を用いる場合、その被覆量は核に対して約1ないし約15%(w/w)、好ましくは約1ないし約10%(w/w)、さらに好ましくは約2ないし約8%(w/w)である。

- 5 防護剤は通常のコーティング法により被覆することができ、具体的には、防護剤を例えば流動層コーティング法、パンコーティング法等により核にスプレーコーティングすることで被覆することができる。

## II. 核の被膜剤による被覆

- 10 前記 I で得られた核を、前記水不溶性物質及び pH依存性の膨潤性ポリマー、および親水性物質を加熱溶解あるいは溶媒に溶解又は分散させた被膜剤液により被覆することにより徐放性製剤が製造される。

核の被膜剤液による被覆方法として、例えば噴霧コーティングする方法などが挙げられる。

被膜剤液中の水不溶性物質、膨潤性ポリマー又は親水性物質の組成比は、被膜中の各成分の含有率がそれぞれ前記含有率となるように適宜選ばれる。

- 15 被膜剤の被覆量は、核（防護剤の被覆量を含まない）に対して約1ないし約90%(w/w)、好ましくは約5ないし約50%(w/w)、さらに好ましくは約5ないし35%(w/w)である。

- 20 被膜剤液の溶媒としては水又は有機溶媒を単独であるいは両者の混液を用いることができる。混液を用いる際の水と有機溶媒との混合比（水／有機溶媒：重量比）は、1ないし100%の範囲で変化させることができ、好ましくは1ないし約30%である。該有機溶媒としては、水不溶性物質を溶解するものであれば特に限定されないが、例えばメチルアルコール、エチルアルコール、イソプロピルアルコール、n-ブチルアルコール等の低級アルコール、アセトンなどの低級アルカノン、アセトニトリル、クロロホルム、メチレンクロライドなどが用いられる。このうち低級アルコールが好ましく、エチルアルコール、イソプロピルアルコールが特に好ましい。水及び水と有機溶媒との混液が被膜剤の溶媒として好ましく用いられる。この時、必要であれば被膜剤液中に被膜剤液安定化のために酒石酸、クエン酸、コハク酸、フマル酸、マレイン酸などの酸を加えて
- 25

もよい。

噴霧コーティングにより被覆する場合の操作は通常のコーティング法により実施することができ、具体的には、被膜剤液を例えば流動層コーティング法、パンコーティング法等により核にスプレーコーティングすることで実施することができる。この時必要であれば、タルク、酸化チタン、ステアリン酸マグネシウム、ステアリン酸カルシウム、軽質無水ケイ酸などを滑沢剤として、グリセリン脂肪酸エステル、硬化ヒマシ油、クエン酸トリエチル、セチルアルコール、ステアリルアルコールなどを可塑剤として添加してもよい。

被膜剤による被膜後、必要に応じてタルクなどの帯電防止剤を混合してもよい。

速放性製剤は、液状（溶液、懸濁液、乳化物など）であっても固形状（粒子状、丸剤、錠剤など）であってもよい。経口投与剤、注射剤など非経口投与剤が用いられるが、経口投与剤が好ましい。

速放性製剤は、通常、活性成分である薬物に加えて、製剤分野で慣用される担体、添加剤や賦形剤（以下、賦形剤と略称することがある）を含んでいてもよい。用いられる製剤賦形剤は、製剤賦形剤として常用される賦形剤であれば特に限定されない。例えば経口固形製剤用の賦形剤としては、乳糖、デンプン、コーンスターチ、結晶セルロース（旭化成（株）製、アビセルPH101など）、粉糖、グラニュー糖、マンニトール、軽質無水ケイ酸、炭酸マグネシウム、炭酸カルシウム、L-システインなどが挙げられ、好ましくはコーンスターチおよびマンニトールなどが挙げられる。これらの賦形剤は一種又は二種以上を組み合わせ使用できる。賦形剤の含有量は速放性製剤全量に対して、例えば約4.5～約99.4w/w%、好ましくは約20～約98.5w/w%、さらに好ましくは約30～約97w/w%である。

速放性製剤における薬物の含量は、速放性製剤全量に対して、約0.5～約95%、好ましくは約1～約60%の範囲から適宜選択することができる。

速放性製剤が経口固形製剤の場合、通常上記成分に加えて、崩壊剤を含有する。このような崩壊剤としては、例えばカルボキシメチルセルロースカルシウ

- ム（五徳薬品製、ECG-505）、クロスカルメロースナトリウム（例えば、旭化成（株）製、アクジゾル）、クロスポビドン（例えば、BASF社製、コリドンCL）、低置換度ヒドロキシプロピルセルロース（信越化学（株））、カルボキシメチルスターチ（松谷化学（株））、カルボキシメチルスターチナトリウム（木村産業製、エキスプロタブ）、部分 $\alpha$ 化デンプン（旭化成（株）製、PCS）などが用いられ、例えば水と接触して吸水、膨潤、あるいは核を構成している有効成分と賦形剤との間にチャンネルを作るなどにより顆粒を崩壊させるものを用いることができる。これらの崩壊剤は、一種又は二種以上を組み合わせ使用できる。崩壊剤の配合量は、用いる薬物の種類や配合量、放出性の製剤設計などにより適宜選択されるが、速放性製剤全量に対して、例えば約0.05～約30w/w%、好ましくは約0.5～約15w/w%である。

- 速放性製剤が経口固形製剤である場合、経口固形製剤の場合には上記の組成に加えて、所望により固形製剤において慣用の添加剤をさらに含んでもよい。このような添加剤としては、例えば結合剤（例えば、ショ糖、ゼラチン、アラビアゴム末、メチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ポリビニルピロリドン、プルラン、デキストリンなど）、滑沢剤（例えば、ポリエチレングリコール、ステアリン酸マグネシウム、タルク、軽質無水ケイ酸（例えば、アエロジル（日本アエロジル））、界面活性剤（例えば、アルキル硫酸ナトリウムなどのアニオン系界面活性剤、ポリオキシエチレン脂肪酸エステルおよびポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンヒマシ油誘導体等の非イオン系界面活性剤など）、着色剤（例えば、タール系色素、カラメル、ベンガラ、酸化チタン、リボフラビン類）、必要ならば、矯味剤（例えば、甘味剤、香料など）、吸着剤、防腐剤、湿潤剤、帯電防止剤などが用いられる。また、安定化剤として酒石酸、クエン酸、コハク酸、フマル酸などの有機酸を加えてもよい。

上記結合剤としては、ヒドロキシプロピルセルロース、ポリエチレングリコールおよびポリビニルピロリドンなどが好ましく用いられる。

速放性製剤は、通常の製剤の製造技術に基づき、前記各成分を混合し、必要により、さらに練合し、成型することにより調製することができる。上記混合は、一般に用いられる方法、例えば、混合、練合などにより行われる。具体的には、例えば速放性製剤を粒子状に形成する場合、前記徐放性製剤の核の調製  
5 法と同様の手法により、バーチカルグラニュレーター、万能練合機（畑鉄工所製）、流動層造粒機FD-5S（パウレック社製）等を用いて混合しその後、湿式押し出し造粒法、流動層造粒法などにより造粒することにより調製することができる。

このようにして得られた速放性製剤と徐放性製剤とは、そのままあるいは適  
10 宜、製剤賦形剤等と共に常法により別々に製剤化後、同時あるいは任意の投与間隔を挟んで組み合わせて投与する製剤としてもよく、また両者をそのままあるいは適宜、製剤賦形剤等と共に一つの経口投与製剤（例、顆粒剤、細粒剤、錠剤、カプセル等）に製剤化してもよい。両製剤を顆粒あるいは細粒に製して、同一のカプセル等に充填して経口投与用製剤としてもよい。

### 15 【3】舌下錠、バツカル又は口腔内速崩壊剤およびその調製

舌下錠、バツカル製剤、口腔内速崩壊剤は錠剤などの固形製剤であってもよいし、口腔粘膜貼付錠（フィルム）であってもよい。

舌下錠、バツカル又は口腔内速崩壊剤としては、本発明の化合物または併用薬物と賦形剤とを含有する製剤が好ましい。また、滑沢剤、等張化剤、親水性  
20 担体、水分散性ポリマー、安定化剤などの補助剤を含有していてもよい。また、吸収を容易にし、生体内利用率を高めるために $\beta$ -シクロデキストリン又は $\beta$ -シクロデキストリン誘導体（例、ヒドロキシプロピル- $\beta$ -シクロデキストリンなど）などを含有していてもよい。

上記賦形剤としては、乳糖、白糖、D-マンニトール、デンプン、結晶セルロース、軽質無水ケイ酸などが挙げられる。滑沢剤としてはステアリン酸マグネ  
25 シウム、ステアリン酸カルシウム、タルク、コロイドシリカなどが挙げられ、特に、ステアリン酸マグネシウムやコロイドシリカが好ましい。等張化剤としては塩化ナトリウム、グルコース、フルクトース、マンニトール、ソルビトール

- ル、ラクトース、サッカロース、グリセリン、尿素などが挙げられ、特にマンニトールが好ましい。親水性担体としては結晶セルロース、エチルセルロース、架橋性ポリビニルピロリドン、軽質無水ケイ酸、ケイ酸、リン酸二カルシウム、炭酸カルシウムなどの膨潤性親水性担体が挙げられ、特に結晶セルロース（例、
- 5 微結晶セルロースなど）が好ましい。水分散性ポリマーとしてはガム（例、トラガカントガム、アカシアガム、グアーガム）、アルギン酸塩（例、アルギン酸ナトリウム）、セルロース誘導体（例、メチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ヒドロキシメチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース）、ゼラチン、水溶性デンプン、ポリア
- 10 クリル酸（例、カーボマー）、ポリメタクリル酸、ポリビニルアルコール、ポリエチレングリコール、ポリビニルピロリドン、ポリカーボフィル、アスコルビン酸パルミチン酸エステルなどが挙げられ、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、ポリアクリル酸、アルギン酸塩、ゼラチン、カルボキシメチルセルロース、ポリビニルピロリドン、ポリエチレングリコールなどが好ましい。特に
- 15 ヒドロキシプロピルメチルセルロースが好ましい。安定化剤としては、システイン、チオソルビトール、酒石酸、クエン酸、炭酸ナトリウム、アスコルビン酸、グリシン、亜硫酸ナトリウムなどが挙げられ、特に、クエン酸やアスコルビン酸が好ましい。

- 舌下錠、バツカル又は口腔内速崩壊剤は、本発明の化合物または併用薬物と
- 20 賦形剤とを自体公知の方法により混合することにより製造することができる。さらに、所望により上記した滑沢剤、等張化剤、親水性担体、水分散性ポリマー、安定化剤、着色剤、甘味剤、防腐剤などの補助剤を混合してもよい。上記成分を同時に若しくは時間差をおいて混合した後、加圧打錠成形することにより舌下錠、バツカル錠又は口腔内速崩壊錠が得られる。適度な硬度を得るため、
- 25 打錠成形の過程の前後において必要に応じ水やアルコールなどの溶媒を用いて加湿・湿潤させ、成形後、乾燥させて製造してもよい。

粘膜貼付錠（フィルム）に成型する場合は、本発明の化合物または併用薬物および上記した水分散性ポリマー（好ましくは、ヒドロキシプロピルセルロー

ス、ヒドロキシプロピルメチルセルロース)、賦形剤などを水などの溶媒に溶解させ、得られる溶液を流延させて(cast)フィルムとする。さらに、可塑剤、安定剤、酸化防止剤、保存剤、着色剤、緩衝剤、甘味剤などの添加物を加えてもよい。フィルムに適度の弾性を与えるためポリエチレングリコールやプロピレングリコールなどのグリコール類を含有させたり、口腔の粘膜ライニングへのフィルムの接着を高めるため生物接着性ポリマー(例、ポリカーボフィル、カーボボール)を含有させてもよい。流延は、非接着性表面に溶液を注ぎ、ドクターブレードなどの塗布用具で均一な厚さ(好ましくは10~1000ミクロン程度)にそれを広げ、次いで溶液を乾燥してフィルムを形成することにより達成される。このように形成されたフィルムは室温若しくは加温下乾燥させ、所望の表面積に切断すればよい。

好ましい口腔内速崩壊剤としては、本発明の化合物または併用薬物と、本発明の化合物または併用薬物とは不活性である水溶性若しくは水拡散性キャリアーとの網状体からなる固体状の急速拡散投与剤が挙げられる。該網状体は、本発明の化合物または併用薬物を適当な溶媒に溶解した溶液とから構成されている固体状の該組成物から溶媒を昇華することによって得られる。

該口腔内速崩壊剤の組成物中には、本発明の化合物または併用薬物に加えて、マトリックス形成剤と二次成分とを含んでいるのが好ましい。

該マトリックス形成剤としてはゼラチン類、デキストリン類ならびに大豆、小麦ならびにオオバコ(psyllium)種子タンパクなどの動物性タンパク類若しくは植物性タンパク類;アラビアゴム、ガーガム、寒天ならびにキサンタンなどのゴム質物質;多糖類;アルギン酸類;カルボキシメチルセルロース類;カラゲナン類;デキストラン類;ペクチン類;ポリビニルピロリドンなどの合成ポリマー類;ゼラチン-アラビアゴムコンプレックスなどから誘導される物質が含まれる。さらに、マンニトール、デキストロース、ラクトース、ガラクトースならびにトレハロースなどの糖類;シクロデキストリンなどの環状糖類;リン酸ナトリウム、塩化ナトリウムならびにケイ酸アルミニウムなどの無機塩類;グリシン、L-アラニン、L-アスパラギン酸、L-グルタミン酸、L-ヒドロシキブ



ロリン、L-イソロイシン、L-ロイシンならびにL-フェニルアラニンなどの炭素原子数が2から12までのアミノ酸などが含まれる。

マトリックス形成剤は、その1種若しくはそれ以上を、固形化の前に、溶液又は懸濁液中に導入することができる。かかるマトリックス形成剤は、界面活性剤に加えて存在していてもよく、また界面活性剤が排除されて存在していてもよい。マトリックス形成剤はそのマトリックスを形成することに加えて、本発明の化合物または併用薬物の拡散状態をその溶液又は懸濁液中に維持する助けをすることができる。

保存剤、酸化防止剤、界面活性剤、増粘剤、着色剤、pH調整剤、香味料、甘味料若しくは食味マスキング剤などの二次成分を組成物中に含有してよい。適当な着色剤としては、赤色、黒色ならびに黄色酸化鉄類およびエリス・アンド・エベラールド社のFD&Cブルー2号ならびにFD&Cレッド40号などのFD&C染料が挙げられる。適当な香味料には、ミント、ラズベリー、甘草、オレンジ、レモン、グレープフルーツ、カラメル、バニラ、チェリーならびにグレープフレーバーおよびその組合せたものが含まれる。適当なpH調整剤は、クエン酸、酒石酸、リン酸、塩酸およびマレイン酸が含まれる。適当な甘味料としてはアスパルテーム、アセスルフェームKならびにタウマチンなどが含まれる。適当な食味マスキング剤としては、重炭酸ナトリウム、イオン交換樹脂、シクロデキストリン包接化合物、吸着質物質ならびにマイクロカプセル化アポモルフィンが含まれる。

製剤には通常約0.1～約50重量%、好ましくは約0.1～約30重量%の本発明の化合物または併用薬物を含み、約1分～約60分の間、好ましくは約1分～約15分の間、より好ましくは約2分～約5分の間（水に）本発明の化合物または併用薬物の90%以上を溶解させることが可能な製剤（上記、舌下錠、バツカルなど）や、口腔内に入れられて約1ないし約60秒以内に、好ましくは約1ないし約30秒以内に、さらに好ましくは約1ないし約10秒以内に崩壊する口腔内速崩壊剤が好ましい。

上記賦形剤の製剤全体に対する含有量は、約10～約99重量%、好ましくは約30

～約90重量%である。 $\beta$ -シクロデキストリン又は $\beta$ -シクロデキストリン誘導体の製剤全体に対する含有量は0～約30重量%である。滑沢剤の製剤全体に対する含有量は、約0.01～約10重量%、好ましくは約1～約5重量%である。等張化剤の製剤全体に対する含有量は、約0.1～約90重量%、好ましくは、約10～約70重量%  
5 である。親水性担体の製剤全体に対する含有量は約0.1～約50重量%、好ましくは約10～約30重量%である。水分散性ポリマーの製剤全体に対する含有量は、約0.1～約30重量%、好ましくは約10～約25重量%である。安定化剤の製剤全体に対する含有量は約0.1～約10重量%、好ましくは約1～約5重量%である。上記製剤はさらに、着色剤、甘味剤、防腐剤などの添加剤を必要に応じ含有していてもよい。  
10

本発明の併用剤の投与量は、本発明の化合物の種類、年齢、体重、症状、剤形、投与方法、投与期間などにより異なるが、例えば、患者（成人、体重約60kg）一人あたり、通常、本発明の化合物および併用薬物として、それぞれ1日約0.01～約1000mg/kg、好ましくは約0.01～約100mg/kg、より好ましくは約0.1～約  
15 100mg/kg、とりわけ約0.1～約50mg/kgを、なかでも約1.5～約30mg/kgを1日1回から数回に分けて静脈投与される。もちろん、前記したように投与量は種々の条件で変動するので、前記投与量より少ない量で十分な場合もあり、また範囲を超えて投与する必要のある場合もある。

併用薬物は、副作用が問題とならない範囲でどのような量を設定することも  
20 可能である。併用薬物としての一日投与量は、症状の程度、投与対象の年齢、性別、体重、感受性差、投与の時期、間隔、医薬製剤の性質、調剤、種類、有効成分の種類などによって異なり、特に限定されないが、薬物の量として通常、たとえば経口投与で哺乳動物1kg体重あたり約0.001～2000mg、好ましくは約0.01～500mg、さらに好ましくは、約0.1～100mg程度であり、これを通常1日1～  
25 4回に分けて投与する。

本発明の併用剤を投与するに際しては、同時期に投与してもよいが、併用薬物を先に投与した後、本発明の化合物を投与してもよいし、本発明の化合物を先に投与し、その後で併用薬物を投与してもよい。時間差をおいて投与する場

合、時間差は投与する有効成分、剤形、投与方法により異なるが、例えば、併用薬物を先に投与する場合、併用薬物を投与した後1分～3日以内、好ましくは10分～1日以内、より好ましくは15分～1時間以内に本発明の化合物を投与する方法が挙げられる。本発明の化合物を先に投与する場合、本発明の化合物を投与した後、1分～1日以内、好ましくは10分～6時間以内、より好ましくは15分から1時間以内に併用薬物を投与する方法が挙げられる。

本発明は、更に以下の参考例、合成例、実施例および試験例によって詳しく説明されるが、これらの例は単なる実施であって、本発明を限定するものではなく、また本発明の範囲を逸脱しない範囲で変化させてもよい。

以下の参考例および合成例中の「室温」は通常約 10 °Cないし約 35 °Cを示す。％は、収率は mol/mol％を、クロマトグラフィーで用いられる溶媒は体積％を、その他は重量％を示す。また塩基性シリカゲルは、富士シリシア化学株式会社製 NH-DM1020 を用いた。プロトン NMR スペクトルで、OH や NH プロトン等ブロードで確認できないものについてはデータに記載していない。

その他の本文中で用いられている略号は下記の意味を示す。

- s : シングレット (singlet)
- d : ダブルレット (doublet)
- t : トリプレット (triplet)
- 20 q : クアルテット (quartet)
- m : マルチプレット (multiplet)
- br : ブロード (broad)
- J : カップリング定数 (coupling constant)
- Hz : ヘルツ (Hertz)
- 25 CDCl<sub>3</sub> : 重クロロホルム
- DMSO-d<sub>6</sub> : 重ジメチルスルホキシド
- <sup>1</sup>H NMR : プロトン核磁気共鳴

試験例中、大腸菌を用いての遺伝子操作法は、モレキュラー・クローニング

(Molecular cloning) に記載されている方法に従った。

本明細書の配列表の配列番号は、以下の配列を示す。

〔配列番号：1〕

試験例 1 において使用したプライマー 1 の塩基配列を示す。

5 〔配列番号：2〕

試験例 1 において使用したプライマー 2 の塩基配列を示す。

〔配列番号：3〕

試験例 1 において使用したプライマー 3 の塩基配列を示す。

〔配列番号：4〕

10 試験例 1 において使用したプライマー 4 の塩基配列を示す。

〔配列番号：5〕

試験例 1 において使用したプライマー 5 の塩基配列を示す。

〔配列番号：6〕

試験例 1 において使用したプライマー 6 の塩基配列を示す。

15

## 実施例

### 参考例 1

4-ヒドロキシ-3-メトキシ-5-(2-メチル-2-プロペニル)ベンズアルデヒド

20 バニリン (25.6 g, 0.168 mol) の N,N-ジメチルホルムアミド (150 mL) 溶液に 3-クロロ-2-メチル-1-プロペン (19.9 mL, 0.202 mol) および炭酸カリウム (30.2 g, 0.219 mol) を加え、窒素雰囲気下 75 °C で 2.5 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 3 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1) に供し、3-メトキシ-4-(2-メチル-2-プロペニルオキシ)ベンズアルデヒド (35.4 g)

25 を油状物として得た。

この 34.3 g を N,N-ジエチルアニリン (80 mL) に溶解し、窒素雰囲気下、200 °C で 5 時間攪拌した。反応混合物をジイソプロピルエーテルに溶解し、1 M 塩酸 (2 回)、飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、活性炭処理、

ろ過、減圧濃縮した。残渣をジイソプロピルエーテル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (27.1 g、収率 79%) を得た。

融点 53-54 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.75 (3H, s), 3.42 (2H, s), 3.97 (3H, s), 4.69-4.75 (1H, m),  
5 4.82-4.97 (1H, m), 6.31 (1H, s), 7.31 (2H, s), 9.81 (1H, s)。

#### 参考例 2

4-ヒドロキシ-3-エトキシ-5-(2-メチル-2-プロペニル)ベンズアルデヒド

3-エトキシ-4-ヒドロキシベンズアルデヒド (25.6 g、0.154 mol) の N,N-ジメチルホルムアミド (150 mL) 溶液に 3-クロロ-2-メチル-1-プロペン (16.7 mL、0.169  
10 mol) および炭酸カリウム (24.5 g、0.177 mol) を加え、窒素雰囲気下 80 °C で 3 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮して、3-エトキシ-4-(2-メチル-2-プロペニルオキシ)ベンズアルデヒド (35.5 g) を油状物として得た。

これを N,N-ジエチルアニリン (25 mL) に溶解し、窒素雰囲気下、210 °C で 5 時  
15 間攪拌した。反応混合物を酢酸エチルに溶解し、1 M 塩酸で 2 回、水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣をジイソプロピルエーテル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (26.7 g、収率 79%) を得た。

融点 85-86 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.48 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.75 (3H, s), 3.42 (2H, s), 4.20  
20 (2H, q, J = 7.0 Hz), 4.68-4.73 (1H, m), 4.82-4.87 (1H, m), 6.34 (1H, s), 7.29 (2H, s), 9.80 (1H, s)。

#### 参考例 3

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド

4-ヒドロキシ-3-メトキシ-5-(2-メチル-2-プロペニル)ベンズアルデヒド (26.2 g、  
25 0.127 mol) のトルエン (130 mL) 溶液に三フッ化ホウ素ジエチルエーテル錯体 (17.2 mL、0.140 mol) を加え、110 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物を水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウムおよびシリカゲルを通して乾燥 (ヘキサン/酢酸エチル 3:1 で溶出)、減圧濃縮した。残渣をジイソプロピ

ルエーテルーヘキサンから結晶化させて表題化合物 (17.1 g、収率 65%) を得た。  
融点 58-59 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.56 (6H, s), 3.11 (2H, s), 3.94 (3H, s), 7.28-7.35 (2H, m), 9.80 (1H, s)。

5 (別途合成法)

4-ヒドロキシ-3-メトキシ-5-(2-メチル-2-プロペニル)ベンズアルデヒド (88.4 g, 0.429 mol) および Amberlyst 15 (商品名) (17 g) のトルエン (300 mL) 懸濁液を 100 °C で 1.5 時間攪拌した。反応混合物をろ過し、酢酸エチルで洗浄した。ろ液を 0.5 M 水酸化ナトリウム水溶液および水 (2 回) で洗浄、減圧濃縮した。

- 10 残渣をジイソプロピルエーテルーヘキサンから結晶化させて表題化合物 (72.1 g、収率 82%) を得た。

参考例 4

7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド

- 15 3-エトキシ-4-ヒドロキシ-5-(2-メチル-2-プロペニル)ベンズアルデヒド (28.9 g, 0.131 mol) のトルエン (150 mL) 溶液に三フッ化ホウ素ジエチルエーテル錯体 (17.8 mL, 0.145 mol) を加え、100 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物を水、飽和炭酸水素ナトリウムおよび飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウムおよびシリカゲルを通して乾燥 (ヘキサン/酢酸エチル 5:1 で溶出)、減圧濃縮して表題化合物 (26.8 g、収率 93%) を得た。

- 20 融点 33-36 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.47 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.56 (6H, s), 3.09 (2H, s), 4.19 (2H, q, J = 7.0 Hz), 7.26-7.35 (2H, m), 9.78 (1H, s)。

参考例 5

- 25 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド (1.50 g, 7.27 mmol) およびイソプロピルトリフェニルホスホニウムヨージド (3.77 g, 8.73 mmol) のテトラヒドロフラン (20 mL) 懸濁液に水素化ナトリウム

(66% 油分散物) (397 mg, 11 mmol) を加え、1.5 時間加熱還流した。反応混合物を 10% 塩化アンモニウム水溶液に注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 50:1 のあと 30:1) に供し、表題化合物 (1.22 g、収率 72%) を得た。

5 油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.51 (6H, s), 1.867 (3H, d,  $J = 1.4$  Hz), 1.874 (3H, d,  $J = 1.4$  Hz), 3.02 (2H, s), 3.85 (3H, s), 6.20 (1H, s), 6.61 (1H, s), 6.65 (1H, s)。

10. [別途合成法]

グアヤコール (124 g, 1.00 mol) の  $N,N$ -ジメチルホルムアミド (500 mL) 溶液に 3-クロロ-2-メチル-1-プロペン (128 mL, 1.30 mol) および 炭酸カリウム (166 g, 1.20 mol) を加え、窒素雰囲気下 80 °C で 5 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、ヘキサンで 2 回抽出した。合わせた有機層を 0.5 M 水酸化ナトリウム水溶液

15 および水でそれぞれ 2 回洗浄、減圧濃縮して 1-メトキシ-2-[(2-メチル-2-プロペニル)オキシ]ベンゼン (178 g) を油状物として得た。

これを  $N,N$ -ジエチルアニリン (250 mL) に溶解し、窒素雰囲気下、205 °C で 5 時間攪拌した。反応混合物を氷冷し、2 M 塩酸 (850 mL) を加え、酢酸エチルで抽出した。有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮して、2-メトキシ-6-(2-メチル-2-プロペニル)フェノール (178 g) を油状物として得た。

20

これを  $N,N$ -ジメチルホルムアミド (600 mL) に溶解し、3-クロロ-2-メチル-1-プロペン (128 mL, 1.30 mol) および炭酸カリウム (166 g, 1.20 mol) を加え、窒素雰囲気下 80 °C で 7 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、ヘキサンで 2 回抽出した。合わせた有機層を水、0.5 M 水酸化ナトリウム水溶液および水でそれぞれ

25 2 回洗浄、減圧濃縮して 1-メトキシ-3-(2-メチル-2-プロペニル)-2-[(2-メチル-2-プロペニル)オキシ]ベンゼン (231 g) を油状物として得た。

これを  $N,N$ -ジエチルアニリン (250 mL) に溶解し、窒素雰囲気下、205 °C で 5 時間攪拌した。反応混合物を氷冷し、2 M 塩酸 (850 mL) を加え、酢酸エチルで 2 回

抽出した。合わせた有機層を水で2回洗浄、減圧濃縮した。残渣を減圧蒸留して2-メトキシ-4,6-ビス(2-メチル-2-プロペニル)フェノール(186 g、収率 80%)を得た。

沸点 104-115 °C /0.11 kPa (0.8 mmHg)。

- 5 この 164 g (0.706 mol) をエタノール (300 mL) に溶解し、濃塩酸 (75 mL) およびエタノール (75 mL) の混合物を加え、13 時間加熱還流した。反応混合物にヘキサンと水を加え、有機層を分離、水層をヘキサンで抽出した。合わせた有機層を水、5 M 水酸化ナトリウム水溶液、および水 (2 回) で洗浄、活性炭処理、ろ過、減圧濃縮して表題化合物 (163 g) を油状物として得た。このものはこれ以上精製することなく次の反応に用いた。
- 10

#### 参考例 6

7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン

参考例 5 と同様の方法により、7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサリドから表題化合物を得た。収率 91%。

15

油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.42 (3H, t,  $J = 6.9$  Hz), 1.51 (6H, s), 1.83-1.89 (6H, m), 3.00 (2H, s), 4.11 (2H, q,  $J = 6.9$  Hz), 6.18 (1H, br s), 6.61 (1H, s), 6.64 (1H, s)。

#### 20 参考例 7

1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランニル)-2-メチル-1-プロパノール

15% イソプロピルマグネシウムブロミド/テトラヒドロフラン溶液 (101 g, 0.10 mol) に 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサリド (20.2 g, 97.9 mmol) のテトラヒドロフラン (100 mL) 溶液を滴下、室温で 40 分間攪拌した。反応混合物を飽和塩化アンモニウム水溶液に注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で2回洗浄、活性炭処理、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (17.4 g、収率 71%) を得

25



た。

融点 113-116 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.78 (3H, d, J = 7.0 Hz), 1.03 (3H, d, J = 6.6 Hz), 1.51 (6H, s), 1.92 (1H, sextet, J = 6.9 Hz), 3.02 (2H, s), 3.87 (3H, s), 4.23 (1H, d, J = 7.6 Hz), 6.71 (2H, s)。

#### 参考例 8

酢酸 1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル-1-プロピルエステル

1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル-1-プロ  
10 パノール (937 mg, 3.74 mmol) のピリジン (5 mL) 溶液に氷冷下無水酢酸 (0.35 mL, 3.7 mmol) を滴下、60 °C で 2 時間攪拌した。反応混合物をジイソプロピルエーテルに溶解し、水、1 M 塩酸 (2 回)、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液、水で洗浄、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 20:1 の後 10:1) に供し、表題化合物 (915 mg、収率 84%) を得た。

15 油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.78 (3H, d, J = 6.6 Hz), 0.98 (3H, d, J = 6.6 Hz), 1.50 (6H, s), 1.95-2.17 (1H, m), 2.06 (3H, s), 3.01 (2H, s), 3.86 (3H, s), 5.35 (1H, d, J = 8.4 Hz), 6.66 (1H, s), 6.71 (1H, s)。

#### 参考例 9

20 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-2-プロペニル)ベンゾフラン

グアヤコール (12.5 g, 0.101 mol) のジクロロメタン (50 mL) 溶液に臭素 (5.3 mL, 0.10 mol) のジクロロメタン (10 mL) 溶液を -10 °C で 50 分間かけて滴下、室温で 1 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、有機層を分離、水層をジクロロメタンで抽出した。合わせた有機層を飽和炭酸水素ナトリウム水溶液および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮して油状物を得た。

これを N,N-ジメチルホルムアミド (80 mL) に溶解し、3-クロロ-2-メチル-1-プロ

ペン (11 mL, 0.11 mol) および炭酸カリウム (16.6 g, 0.120 mol) を加え、窒素雰囲気下 80 °C で 3 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチル/ヘキサン (1:1) で 2 回抽出した。合わせた有機層を 0.5 M 水酸化ナトリウム水溶液および水 (2 回) で洗浄、活性炭処理、ろ過、減圧濃縮して油状物を得た。

- 5 これを N,N-ジエチルアニリン (20 mL) に溶解し、窒素雰囲気下、205 °C で 5 時間攪拌した。反応混合物をジイソプロピルエーテルに溶解し、1 M 塩酸 (2 回) および水で洗浄、活性炭処理、ろ過、減圧濃縮して油状物を得た。

- これをエタノール (40 mL) に溶解し、濃塩酸 (10 mL) およびエタノール (10 mL) の混合物を加え、2.5 時間加熱還流した。反応混合物にヘキサンを加え、有機層を分離、水層をヘキサンおよびジイソプロピルエーテルで抽出した。合わせた有機層を 2 M 水酸化ナトリウム水溶液 (2 回) および水で洗浄し、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 20:1) に供して油状物 (15.7 g) を得た。

- この 2.57 g をテトラヒドロフラン (10 mL) に溶解し、1.6 M n-ブチルリチウム/ヘキサン溶液 (7.5 mL, 12 mmol) を -40 °C で滴下、同温で 1 時間攪拌した。これにヨウ化銅(I) (1.14 g, 5.99 mmol) を加えて -40 °C で 20 分間攪拌した。得られた混合物に 3-クロロ-2-メチル-1-プロペン (1.1 mL, 11 mmol) を滴下し、室温で 1 時間攪拌した。反応混合物を氷水に注ぎ、不溶物をろ過、酢酸エチルで洗浄した。有機層を分離、水層を酢酸エチルで抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 50:1) に供し、表題化合物 (1.77 g、収率 46%) を得た。

油状物。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.50 (6H, s), 1.69 (3H, s), 3.00 (2H, s), 3.24 (2H, s), 3.85 (3H, s), 4.74 (1H, br s), 4.79 (1H, br s), 6.55 (1H, s), 6.59 (1H, s)。

参考例 10

6-エトキシ-1,2,3,4,8,9-ヘキサヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン

6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン (2.27 g, 6.50 mmol) のメタノール (30 mL) 溶液に 0.8 M 塩  
化水素/メタノール溶液 (9.7 mL) を滴下した。得られた混合物を氷冷し、水素化  
ホウ素ナトリウム (90%) (0.28 g, 7.8 mmol) を少しずつ加え、室温で 10 分間攪  
5 拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水  
および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃  
縮して表題化合物 (2.20 g、収率 96%) を得た。

ガム状。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.16 (3H, s), 1.21 (3H, s), 1.24 (3H, s), 1.34 (3H, s), 1.43  
10 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.76 (1H, d, J = 15.7 Hz), 2.43 (1H, d, J = 15.7 Hz),  
2.54 (1H, d, J = 15.0 Hz), 2.80 (1H, d, J = 15.0 Hz), 4.11 (2H, q, J = 7.0  
Hz), 4.93 (1H, s), 6.49 (1H, s), 7.16-7.38 (5H, m)。

参考例 1 1

1,2,3,4,8,9-ヘキサヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
15 [2,3-h]イソキノリン

参考例 1 0 と同様の方法により 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テト  
ラメチル-1-フェニルフロ [2,3-h] イソキノリンから表題化合物を得た。定量的。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.17 (3H, s), 1.21 (3H, s), 1.24 (3H, s), 1.34 (3H, s), 1.76  
20 (1H, d, J = 15.8 Hz), 2.44 (1H, d, J = 15.8 Hz), 2.55 (1H, d, J = 15.0 Hz),  
2.81 (1H, d, J = 15.0 Hz), 3.86 (3H, s), 4.93 (1H, s), 6.49 (1H, s), 7.13-7.38  
(5H, m)。

参考例 1 2

4-(6-エトキシ-1,2,3,4,8,9-ヘキサヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ [2,3-h] イ  
25 ソキノリン-1-イル)ベンズアミド

参考例 1 0 と同様の方法により 4-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-  
テトラメチルフロ [2,3-h] イソキノリン-1-イル)ベンズアミドから表題化合物を得  
た。収率 96%。

融点 157-163 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.17 (3H, s), 1.22 (3H, s), 1.24 (3H, s), 1.34 (3H, s), 1.43 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.76 (1H, d, J = 15.5 Hz), 2.42 (1H, d, J = 15.5 Hz), 2.54 (1H, d, J = 15.4 Hz), 2.82 (1H, d, J = 15.4 Hz), 4.11 (2H, q, J = 7.0 Hz), 5.00 (1H, s), 5.45-6.40 (2H, m), 6.50 (1H, s), 7.33 (2H, d, J = 8.2 Hz), 7.75 (2H, d, J = 8.2 Hz)。

### 参考例 13

3-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラン)-3-ヒドロキシ-2,2-ジメチルプロピオン酸 エチルエステル

- 10 1,1,1,3,3,3-ヘキサメチルジシラザン (1.88 g, 11.6 mmol) のテトラヒドロフラン (40 mL) 溶液に、-78 °C で 1.53 M n-ブチルリチウム/ヘキサン溶液 (7.61 mL, 11.6 mmol) を滴下し、混合物を同温度で 15 分間攪拌した。反応混合物にイソ酪酸エチル (1.35 g, 11.6 mmol) のテトラヒドロフラン (1 mL) 溶液を滴下し、混合物を氷冷下で 30 分間攪拌した。反応混合物を再び -78 °C に冷却した後 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド (2.00 g, 9.70 mmol) のテトラヒドロフラン (3 mL) 溶液を滴下した。反応混合物を 1 時間攪拌した後、塩化アンモニウム水溶液を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 4:1 から 13:7) に供し、表題化合物 (1.56 g, 収率 50%) を得た。
- 15 油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.11 (3H, s), 1.16 (3H, s), 1.28 (3H, t, J=7.2 Hz), 1.50 (6H, s), 3.01 (2H, s), 3.86 (3H, s), 4.18 (2H, q, J=7.2 Hz), 4.80 (1H, s), 6.70 (1H, s), 6.71 (1H, s)。

(別途合成法)

- 25 亜鉛 (粉末, 11 g, 170 mmol) とトルエン (300 mL) の混合物に 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド (17 g, 82 mmol) と 2-プロモイソ酪酸 エチルエステル (35 g, 180 mmol) のトルエン (300 mL) 溶液を 100 °C で加えた。反応液を 3 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却した

後、不溶物を濾別した。濾液を 1 M 塩酸ならびに飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 5:1）で精製して、表題化合物（17 g、収率 62%）を得た。

5 参考例 1 4

3-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2,2-ジメチルプロピオン酸 エチルエステル

- 3-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-3-ヒドロキシ-2,2-ジメチルプロピオン酸 エチルエステル (1.50 g、4.65 mmol) およびトリエチルシラン (0.817 mL、5.12 mmol) のジクロロメタン (15 mL) 溶液に、氷冷下で三フッ化ホウ素ジエチルエーテル錯体 (0.648 mL、5.12 mmol) を加え、混合物を氷冷下で 1 時間攪拌した。反応混合物に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 9:1）に供し、表題化合物 (1.30 g、  
15 収率 91%) を得た。

油状物。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.17 (6H, s), 1.24 (3H, t,  $J=7.4$  Hz), 1.49 (6H, s), 2.77 (2H, s), 2.98 (2H, s), 3.83 (3H, s), 4.11 (2H, q,  $J=7.4$  Hz), 6.49 (1H, s), 6.52 (1H, s)。

20 参考例 1 5

3-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2,2-ジメチルプロピオン酸

- 3-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2,2-ジメチルプロピオン酸 エチルエステル (1.25 g、4.08 mmol) のメタノール (10 mL) 溶液に、  
25 2 M 水酸化ナトリウム水溶液を加え、混合物を 1.5 時間攪拌した。反応混合物を 1 M 塩酸で酸性にし、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 3:2）に供した後、ヘキサン-酢酸エチルから再結晶し、表題化合物 (0.87 g、収率 69%) を得

た。

融点 88-89 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.50 (6H, s), 2.81 (2H, s), 2.99 (2H, s), 3.82 (3H, s), 6.55 (2H, s)。

5 参考例 16

N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-1,1-ジメチルエチル]-N'-フェニル尿素

3-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2,2-ジメチルプロピオン酸 (0.80 g, 2.87 mmol) およびジフェニルホスホリルアジド (0.650 mL、

- 10 3.01 mmol) のトルエン (5 mL) 溶液に、トリエチルアミン (0.421 mL、3.01 mmol) を加え、混合物を 70 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物を室温に戻した後、アニリン (0.275 mL、3.01 mmol) を加え、混合物を 80 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物を酢酸エチルで希釈し、水、1 M 塩酸、水の順で洗浄した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 7:3) に供し、
- 15 表題化合物 (0.69 g、収率 65%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.34 (6H, s), 1.48 (6H, s), 2.96 (4H, s), 3.73 (3H, s), 4.54 (1H, br s), 6.28 (1H, br s), 6.55 (2H, s), 7.04 (1H, t, J=7.0 Hz), 7.18-7.30 (4H, m)。

20 参考例 17

N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-1,1-ジメチルエチル]-N'-(4-メトキシフェニル)尿素

参考例 1.6 と同様の方法により、4-メトキシアニリンを用いて表題化合物を得た。収率 88%。

25 油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.32 (6H, s), 1.49 (6H, s), 2.93 (2H, s), 2.97 (2H, s), 3.77 (3H, s), 3.78 (3H, s), 4.37 (1H, br s), 6.01 (1H, br s), 6.53 (2H, s), 6.80 (2H, d, J=8.8 Hz), 7.04 (2H, d, J=8.8 Hz)。

## 参考例 18

N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラン)-1,1-ジメチルエチル]-1-ピペリジンカルボキサミド

参考例 16 と同様の方法により、ピペリジンを用いて表題化合物を得た。

- 5 融点 133-134 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.34 (6H, s), 1.48-1.60 (6H, m), 1.50 (6H, s), 2.93 (2H, s), 2.99 (2H, s), 3.21-3.28 (4H, m), 3.83 (3H, s), 4.11 (1H, br s), 6.53 (1H, s), 6.55 (1H, s)。

## 参考例 19

- 10 シクロヘキシルトリフェニルホスホニウムブロミド

シクロヘキシルブロミド (10.0 g, 61.3 mmol) およびトリフェニルホスフィン (16.1 g, 61.3 mmol) の混合物を、140 から 150 °C で 72 時間攪拌した。反応液を冷却した後、酢酸エチルから結晶化し、表題化合物 (19.1 g, 収率 73%) を得た。このものは、これ以上精製することなく次の反応に用いた。

- 15 参考例 20

5-(シクロヘキシルリデンメチル)-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチルベンゾフラン

- シクロヘキシルトリフェニルホスホニウムブロミド (7.42 g, 17.4 mmol) のテトラヒドロフラン (70 mL) 懸濁液を -78 °C に冷却し、これに 1.53 M n-ブチルリチウムヘキサン溶液 (11.4 mL, 17.4 mmol) を滴下し、混合物を氷冷下で 1 時間攪拌した。これに 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサリデヒド (3.00 g, 14.5 mmol) を加え、氷冷下でさらに 1 時間攪拌を続けた。反応液に水を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 19:1) に供し、表題化合物 (0.87 g, 収率 22%) を得た。
- 25

油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.51 (6H, s), 1.59 (6H, br s), 2.20-2.26 (2H, m), 2.35-2.42 (2H, m), 3.02 (2H, s), 3.85 (3H, s), 6.16 (1H, s), 6.58 (1H, s), 6.63 (1H,

s)。

#### 参考例 2 1

3-ホルミル- $\alpha$ ,  $\alpha$ -ジメチルベンゼン酢酸 エチルエステル

3-メチルベンゼン酢酸 エチルエステル (10.0 g, 56.1 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (80 mL) 溶液に氷冷下水素化ナトリウム (66% 油分散物) (4.29 g, 118 mmol) を加え、室温で 3 時間攪拌した。氷冷下ヨードメタン (7.34 mL, 118 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (20 mL) 溶液を滴下し、室温で 3.5 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を希塩化ナトリウム水溶液で 2 回および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮して  $\alpha$ ,  $\alpha$ , 3-トリメチルベンゼン酢酸 エチルエステルを含む混合物 (13.3 g) を油状物として得た。

これを酢酸エチル (100 mL) に溶解し、N-ブロモスクシンイミド (10.5 g, 58.9 mmol) および 2,2'-アゾビス(イソブチロニトリル) (92 mg, 0.561 mmol) を加え、60 °C で 9 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 50:1 の後 10:1) に供し、3-(ブロモメチル)- $\alpha$ ,  $\alpha$ -ジメチルベンゼン酢酸 エチルエステルを含む混合物 (15.6 g) を油状物として得た。

これを酢酸 (35 mL) および水 (35 mL) に溶解し、ヘキサメチレンテトラミン (15.7 g, 112 mmol) を加え、90 °C で 1 時間加熱還流した。反応混合物に酢酸エチルを注ぎ、水、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 50:1 の後 30:1) に供し、表題化合物 (5.84 g、収率 47%) を得た。

25 油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.91 (3H, t,  $J = 7.1$  Hz), 1.63 (6H, s), 4.14 (2H, q,  $J = 7.1$  Hz), 7.46-7.65 (2H, m), 7.74-7.89 (2H, m), 10.02 (1H, s)。

#### 参考例 2 2



3-シアノ- $\alpha$ ,  $\alpha$ -ジメチルベンゼン酢酸 エチルエステル

- 3-ホルミル- $\alpha$ ,  $\alpha$ -ジメチルベンゼン酢酸 エチルエステル (5.49 g, 24.9 mmol) をエタノール (30 mL) に溶解し、ヒドロキシルアミン塩酸塩 (3.46 g, 49.9 mmol) および酢酸ナトリウム (4.09 g, 49.9 mmol) を加え、40 時間加熱還流した。エタノールを減圧留去し、残渣に酢酸エチルを注ぎ、水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を無水酢酸 (30 mL) に溶解し、130 °C で 15 時間攪拌した。反応混合物に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液を注ぎ、酢酸エチルで抽出した。有機層を飽和炭酸水素ナトリウム水溶液、水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 40:1 の後 20:1) に供し、表題化合物 (4.21 g、収率 78%) を得た。

油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.19 (3H, t,  $J = 7.1$  Hz), 1.59 (6H, s), 4.13 (2H, q,  $J = 7.1$  Hz), 7.39-7.65 (4H, m)。

#### 15 参考例 2 3

4-ヒドロキシ-3-(2-メチル-2-プロペニル)ベンズアルデヒド

参考例 1 と同様の方法により、p-ヒドロキシベンズアルデヒドから表題化合物を得た。収率 59%。

油状物。

- 20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.75 (3H, s), 3.45 (2H, s), 4.89 (1H, s), 4.98 (1H, s), 6.19 (1H, br s), 6.96 (1H, d,  $J = 8.1$  Hz), 7.70 (1H, d,  $J = 8.1$  Hz), 7.74 (1H, s), 9.86 (1H, s)。

#### 参考例 2 4

2, 3-ジヒドロ-2, 2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド

- 25 4-ヒドロキシ-3-(2-メチル-2-プロペニル)ベンズアルデヒド (8.52 g, 4.8.4 mmol) のトルエン (40 mL) 溶液に三フッ化ホウ素ジエチルエーテル錯体 (6.74 mL, 53.2 mmol) を加え、110 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物を水、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で

乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 20:1 の後 10:1）に供し、表題化合物（6.41 g、収率 75%）を得た。  
油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.51 (6H, s), 3.06 (2H, s), 6.82 (1H, d, J = 8.4 Hz), 7.64-7.71  
5 (2H, m), 9.82 (1H, s)。

#### 参考例 2 5

7-ブロモ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド  
2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド (5.90 g, 33.5  
mmol) の酢酸 (20 mL) 溶液に臭素 (2.07 mL, 40.2 mmol) の酢酸 (5 mL) 溶液を  
10 加え、室温で 5 時間攪拌した。反応混合物にチオ硫酸ナトリウム水溶液を注ぎ、  
酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、  
硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロ  
マトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 10:1）に供し、表題化合物（8.08 g、収率  
94%）を得た。  
15 油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.57 (6H, s), 3.16 (2H, s), 7.63 (1H, d, J = 1.6 Hz), 7.83  
(1H, d, J = 1.8 Hz), 9.77 (1H, s)。

#### 参考例 2 6

7-ブロモ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン  
20 参考例 5 と同様の方法により、5-ブロモ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフ  
ランカルボキサルデヒドから表題化合物を得た。収率 81%。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.52 (6H, s), 1.83 (3H, d, J = 1.1 Hz), 1.86 (3H, d, J = 1.1  
Hz), 3.07 (2H, s), 6.12 (1H, s), 6.91 (1H, s), 7.13 (1H, s)。

#### 参考例 2 7

25 7-エチルチオ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフ  
ラン

1.54 M tert-ブチルリチウム/ペンタン溶液 (3.45 mL, 5.34 mmol) のテトラヒド  
ロフラン (1 mL) 溶液に N,N,N',N'-テトラメチルエチレンジアミン (0.81 mL,

- 5.34 mmol) および 7-ブロモ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (300 mg, 1.07 mmol) のテトラヒドロフラン (1 mL) 溶液を加え、-78 °C で 30 分間攪拌した。ジエチルジスルフィド (1.32 mL, 10.7 mmol) のテトラヒドロフラン (1 mL) 溶液を加え、-78 °C から徐々に室温まで昇温させた後、15 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 50:1) に供し、表題化合物 (264 mg、収率 94%) を得た。

油状物。

- 10  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (3H, t,  $J = 7.3$  Hz), 1.50 (6H, s), 1.84 (3H, s), 1.87 (3H, s), 2.90 (2H, q,  $J = 7.3$  Hz), 6.15 (1H, s), 6.89 (1H, s), 7.00 (1H, s)。

参考例 28

2,3-ジヒドロ-2,2,7-トリメチルベンゾフラン

- o-クレゾール (19.1 mL, 184 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (100 mL) 溶液に 3-クロロ-2-メチル-1-プロペン (20.1 mL, 203 mmol) および炭酸カリウム (30.5 g, 221 mmol) を加え、80 °C で 3 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水 (2 回) および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮して 1-メチル-2-[(2-メチル-2-プロペニル)オキシ]ベンゼン (30.8 g) を油状物として得た。

- 20 これを N,N-ジエチルアニリン (27 mL) に溶解し、窒素雰囲気下、210 °C で 5 時間攪拌した。反応混合物に酢酸エチルを注ぎ、1 M 塩酸、2 M 塩酸および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮して 2-メチル-6-(2-メチル-2-プロペニル)フェノール (34.3 g) を油状物として得た。

- 25 この 1.20 g をエタノール (6 mL) に溶解し、濃塩酸 (1.5 mL) を加え、2 時間加熱還流した。エタノールを減圧留去し、残渣に酢酸エチルを注ぎ、水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン) に供し、表題化合物 (710 mg、収率 59%) を得た。

油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.47 (6H, s), 2.19 (3H, s), 3.00 (2H, s), 6.69–6.76 (1H, m), 6.91–6.98 (2H, m)。

#### 参考例 29

- 5 2,3-ジヒドロ-2,2,7-トリメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド  
オキシ塩化リン (0.78 mL, 8.38 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (0.71 mL, 9.22 mmol) 溶液に 2,3-ジヒドロ-2,2,7-トリメチルベンゾフラン (680 mg, 4.19 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (2 mL) 溶液を加え、80 °C で 15 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、5 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水 (2 回) および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 30:1 の後 10:1) に供し、表題化合物 (640 mg、収率 80%) を得た。

油状物。

- 15  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.51 (6H, s), 2.23 (3H, s), 3.05 (2H, s), 7.50 (1H, d,  $J$  = 0.8 Hz), 7.53 (1H, d,  $J$  = 0.8 Hz), 9.78 (1H, s)。

#### 参考例 30

2,3-ジヒドロ-2,2,7-トリメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン

- 20 参考例 5 と同様の方法により 2,3-ジヒドロ-2,2,7-トリメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒドから表題化合物を得た。収率 93%。

油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.47 (6H, s), 1.85 (6H, s), 2.17 (3H, s), 2.99 (2H, s), 6.16 (1H, s), 6.80 (1H, s), 6.85 (1H, s)。

#### 参考例 31

- 25 4-シクロヘキシルベンズアルデヒド

フェニルシクロヘキサン (24.9 g, 155 mmol) と塩化アルミニウム (20.9 g, 157 mmol) のニトロメタン (200 mL) の混合物にジクロロメチルメチルエーテル (18.0 g, 157 mmol) のニトロメタン (50 mL) 溶液を 0 °C で 40 分間かけて滴下し、0 °C

で 40 分間攪拌した。反応溶液を氷冷水に注ぎ、有機物をジエチルエーテルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去して表題化合物を含む混合物 (27.8 g) を得た。このものはこれ以上精製することなく次の反応に用いた。

5 油状物。

参考例 3 2

4-シクロヘキシルベンゾニトリル

- 4-シクロヘキシルベンズアルデヒド (13.4 g, 71.1 mmol) とヒドロキシルアミン塩酸塩 (6.82 g, 98.1 mmol) のギ酸 (200 mL) 溶液を 2 時間加熱還流した。反応溶液を室温まで冷却した後、氷冷水に注ぎ、水酸化カリウムでアルカリ性にした。有機物をヘキサンで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 20:1 の後 10:1) で精製して、表題化合物 (5.75 g、収率 44%) を得た。
- 10

15 油状物。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26–1.52 (4H, m), 1.74–1.89 (6H, m), 2.56 (1H, br), 7.27–7.39 (2H, m), 7.50–7.62 (2H, m)。

参考例 3 3

4-フェノキシベンズアルデヒド

- 4-フルオロベンズアルデヒド (30.5 g, 246 mmol)、フェノール (23.5 g, 249 mmol) および炭酸カリウム (34.8 g, 252 mmol) の  $N,N$ -ジメチルホルムアミド (500 mL) 懸濁液を 11.5 時間加熱還流した。反応溶液を室温まで冷却した後、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣に水を加え、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去して表題化合物を含む混合物 (48.1 g) を得た。このものはこれ以上精製することなく次の反応に用いた。
- 20
- 25

油状物。

参考例 3 4

## 4-フェノキシベンゾニトリル

実施例 3 2 と同様の方法により、4-フェノキシベンズアルデヒドから表題化合物を得た。収率 80%。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 6.97-7.19 (4H, m), 7.20-7.28 (1H, m), 7.37-7.46 (2H, m),  
5 7.57-7.64 (2H, m)。

## 参考例 3 5

## 4-(1-ピペリジニル)ベンゾニトリル

4-フルオロベンゾニトリル (6.0 g, 50 mmol)、ピペリジン (4.0 g, 47 mmol) および炭酸カリウム (8.5 g, 62 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (100 mL) 懸濁液を 95 °C で 37 時間攪拌した。反応溶液を室温まで冷却した後、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣に水を加え、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 20:1 の後 5:1) で精製して、表題化合物 (8.3 g、収率 90%) を得た。  
15

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.66 (6H, s), 3.33 (4H, s), 6.84 (2H, d, J=8.8Hz), 7.46 (2H, d, J=8.8Hz)。

## 参考例 3 6

## 3,5-ビス(1,1-ジメチルエチル)-4-ヒドロキシベンゾニトリル

20 実施例 3 2 と同様の方法により、3,5-ビス(1,1-ジメチルエチル)-4-ヒドロキシベンズアルデヒドから表題化合物を得た。収率 45%。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.44 (18H, s), 5.74 (1H, s), 7.47 (2H, s)。

## 参考例 3 7

## 4-メチル-2-フェニル-1H-イミダゾール-5-カルボニトリル

25 実施例 3 2 と同様の方法により、4-メチル-2-フェニル-1H-イミダゾール-5-カルボキサルデヒドから表題化合物を得た。収率 54%。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 2.41 (3H, s), 3.19 (1H, s), 7.42-7.54 (3H, m), 7.92 (2H, dd, J=7.8, 1.4Hz)。

## 参考例 3 8

4-(1-メチルエトキシ)ベンゾニトリル

- 2-プロパノール (4.4 g, 73 mmol) と水素化ナトリウム (60% 油性, 2.9 g, 73 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (100 mL) 溶液を 0 °C で 10 分間攪拌した。反応
- 5 溶液に 4-フルオロベンゾニトリル (7.1 g, 59 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (25 mL) 溶液を 0 °C で加え、同温で 3 時間さらに室温で 15.5 時間攪拌した。反応液を水に注ぎ、酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をヘキサンから結晶化させて、表題化合物 (7.4 g, 収率 85%) を得た。
- 10 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.36 (6H, d, J=6.2Hz), 4.52-4.64 (1H, m), 6.91 (2H, d, J=8.6Hz), 7.57 (2H, d, J=8.6Hz)。

## 参考例 3 9

酢酸 4-シアノベンジルエステル

- 4-シアノベンジルブロミド (12.6 g, 64 mmol) と酢酸ナトリウム (10.6 g, 129
- 15 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (50 mL) 混合物を 80 °C で 25 時間攪拌した。減圧下で溶媒を留去し、得られた残渣に水を加え、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 20:1 の後 2:1) で精製して、表題化合物 (8.9 g, 収
- 20 率 80%) を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 2.14 (3H, s), 5.16 (2H, s), 7.47 (2H, d, J=8.4Hz), 7.68 (2H, d, J=8.4Hz)。

## 参考例 4 0

4-[2-(4-メトキシフェニル)エトキシ]ベンゾニトリル

- 25 参考例 3 8 と同様の方法により、4-メトキシフェネチルアルコールと 4-フルオロベンゾニトリルから表題化合物を得た。収率 93%。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 3.06 (2H, t, J=7.0Hz), 3.80 (3H, s), 4.17 (2H, t, J=7.0Hz), 6.87 (2H, t, J=8.7Hz), 6.93 (2H, d, J=9.0Hz), 7.19 (2H, d, J=8.7Hz), 7.57 (2H,

d,  $J=9.0\text{Hz}$ ).

#### 参考例 4 1

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-5-ベンゾフランカルボニトリル

参考例 3 2 と同様の方法により 7-メトキシ-2,3-ジヒドロ-5-ベンゾフランカルボ

- 5 キサルデヒドから表題化合物を得た。収率 77%。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  3.28 (2H, t,  $J=8.8\text{Hz}$ ), 3.89 (3H, s), 4.73 (2H, t,  $J=8.8\text{Hz}$ ), 7.00 (1H, s), 7.16 (1H, s)。

#### 参考例 4 2

- 10 4-[(1,3-ジヒドロ-1,3-ジオキソ-2H-イソインドール-2-イル)メチル]ベンゾニトリル

4-シアノベンジルブロミド (4.0 g, 20 mmol) とフタルイミドカリウム (3.8 g, 21 mmol) の  $N,N$ -ジメチルホルムアミド (40 mL) 混合物を 20 時間室温で攪拌した。

- 15 反応溶液を減圧下で濃縮し、得られた残渣に水を加え、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去して表題化合物を含む混合物 (4.6 g) を得た。このものはこれ以上精製することなく次の反応に用いた。

#### 参考例 4 3

4-(アミノメチル)ベンゾニトリル

- 20 4-[(1,3-ジヒドロ-1,3-ジオキソ-2H-イソインドール-2-イル)メチル]ベンゾニトリル (4.6 g, 18 mmol) とヒドラジーン水和物 (8.9 g, 180 mmol) のエタノール (90 mL) 溶液を 33 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却し、減圧下濃縮した。残渣に水を加え、水酸化カリウムでアルカリ性にした後ジエチルエーテルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去して表題化合物 (1.9 g、収率 81%) を得た。

- 25 油状物。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  3.96 (2H, s), 7.45 (2H, d,  $J=8.0\text{Hz}$ ), 7.63 (2H, d,  $J=8.0\text{Hz}$ )。

#### 参考例 4 4

$N$ -[(4-シアノフェニル)メチル]メタンスルホンアミド



4-(アミノメチル)ベンゾニトリル (1.9 g, 14 mmol) とトリエチルアミン (3.0 mL, 22 mmol) のテトラヒドロフラン (30 mL) 溶液にメタンスルホニルクロリド (1.1 mL, 14 mmol) を 0 °C で滴下した。反応液を室温で 9 時間攪拌した。反応液を水に注ぎ、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗  
5 浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去して粗結晶を得た。得られた粗結晶をヘキサン-ジエチルエーテルで洗浄し、表題化合物 (2.0 g、収率 66%) を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 2.94 (3H, s), 4.40 (2H, d, J=6.6Hz), 5.01 (1H, br), 7.50 (2H, d, J=8.6Hz), 7.67 (2H, d, J=8.6Hz)。

#### 10 参考例 4 5

##### 6-メトキシ-3-ピリジンカルボニトリル

ナトリウムメトキシド (2.42 g, 44.8 mmol) と 6-クロロニコチノニトリル (3.04 g, 21.9 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (50 mL) 溶液を室温で 10 時間攪拌した。反応液を水に注ぎ、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和食塩水で  
15 洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1) で精製し、表題化合物 (2.28 g、収率 78%) を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 4.00 (3H, s), 6.83 (1H, dd, J=8.8, 0.8Hz), 7.78 (1H, dd, J=8.6, 2.4Hz), 8.50 (1H, d, J=1.4Hz)。

#### 20 参考例 4 6

##### 3-(1-メチルエトキシ)ベンゾニトリル

参考例 3 8 と同様の方法により、2-プロパノールと 3-フルオロベンゾニトリルから表題化合物を得た。収率 78%。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.35 (6H, d, J=6.0Hz), 4.51-4.63 (1H, m), 7.07-7.13 (2H, m),  
25 7.21 (1H, dt, J=7.6, 1.2Hz), 7.36 (1H, td, J=7.6, 1.4Hz)。

#### 参考例 4 7

##### 4-ピリジンカルボキサミド 1-オキシド

イソニコチンアミド (52 g, 430 mmol) と 30% 過酸化水素水 (65 mL, 570 mmol) の

酢酸 (170 mL) 溶液を 80 °C で 12 時間攪拌した。反応液を室温まで冷却し、析出した結晶を濾取し、水とヘキサンで洗浄して表題化合物 (30 g、収率 50%) を得た。

- 5  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  7.66 (1H, br), 7.82–7.87 (2H, m), 8.17 (1H, br), 8.26–8.33 (2H, m)。

#### 参考例 4 8

##### 4-メチルキノリン 1-オキシド

参考例 4 7 と同様の方法により、4-メチルキノリンから表題化合物を得た。収率 75%。

- 10  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  2.67 (3H, s), 7.14 (1H, d,  $J=6.2\text{Hz}$ ), 7.65–7.84 (2H, m), 7.96–8.01 (1H, m), 8.45 (1H, d,  $J=6.4\text{Hz}$ ), 8.79–8.84 (1H, m)。

#### 参考例 4 9

##### 3-メチルキノリン 1-オキシド

- 15 参考例 4 7 と同様の方法により、3-メチルキノリンから表題化合物を得た。収率 91%。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  2.46 (3H, s), 7.53–7.81 (4H, m), 8.43 (1H, s), 8.69 (1H, d,  $J=8.8\text{Hz}$ )。

#### 参考例 5 0

##### 7-メチルキノリン 1-オキシド

- 20 参考例 4 7 と同様の方法により、7-メチルキノリンから表題化合物を得た。収率 46%。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  2.61 (3H, s), 7.20–7.27 (1H, m), 7.46–7.51 (1H, m), 7.69–7.79 (2H, m), 8.50–8.56 (2H, m)。

#### 参考例 5 1

- 25 4-ピリジンカルボン酸 エチルエステル 1-オキシド

参考例 4 7 と同様の方法により、イソニコチン酸 エチルエステルから表題化合物を得た。収率 80%。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.39 (3H, t,  $J=7.0\text{Hz}$ ), 4.42 (2H, q,  $J=7.0\text{Hz}$ ), 7.92–7.97 (2H,

m), 8.33-8.39 (2H, m)。

#### 参考例 5 2

##### 6-メチルキノリン 1-オキシド

参考例 4 7 と同様の方法により、6-メチルキノリンから表題化合物を得た。収率  
5 87%。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 2.55 (3H, s), 7.22-7.29 (1H, m), 7.56-7.68 (3H, m), 8.47 (1H, d, J=6.0Hz), 8.64 (1H, d, J=8.8Hz)。

#### 参考例 5 3

##### 7-メトキシ-2-ベンゾフランカルボン酸

- 10 o-バニリン (51 g, 340 mmol)、プロモマロン酸 ジエチルエステル (73 g, 310 mmol) と炭酸カリウム (82 g, 590 mmol) の 2-ブタノン (200 mL) 溶液を 3.5 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却した後、減圧下溶媒を留去した。得られた残渣に水を加え、有機物をジエチルエーテルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。
- 15 得られた残渣と水酸化カリウム (43 g, 740 mmol) のエタノール (400 mL) 溶液を 1 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却した後、反応液を水に注ぎ、6 M 塩酸を加えて酸性にした。有機物を酢酸エチルで抽出し、抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をジイソプロピルエーテルから結晶化させて、表題化合物 (26 g、収率  
20 45%) を得た。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 3.97 (3H, s), 5.71 (1H, s), 7.09 (1H, dd, J=7.4, 1.5Hz), 7.27 (1H, t, J=7.8Hz), 7.33 (1H, dd, J=7.8, 1.5Hz), 7.65 (1H, s)。

#### 参考例 5 4

##### 7-メトキシベンゾフラン

- 25 7-メトキシ-2-ベンゾフランカルボン酸 (23 g, 120 mmol) と銅 (粉末, 5.8 g, 92 mmol) のキノリン (70 mL) 懸濁液を 12 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却した。不溶物を濾去し、濾液を水に注ぎ、2 M 塩酸を加えて酸性にした。有機物を酢酸エチルで抽出し、抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マ

グネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 10:1）で精製して、表題化合物（8.0 g、収率 46%）を得た。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 4.02 (3H, s), 6.77 (1H, d, J = 2.2 Hz), 6.81 (1H, dd, J = 6.8, 2.2 Hz), 7.12–7.22 (2H, m), 7.63 (1H, d, J = 2.2 Hz)。

#### 参考例 5 5

##### 2,3-ジヒドロ-7-メトキシベンゾフラン

- 7-メトキシベンゾフラン（8.0 g, 54 mmol）の酢酸（55 mL）溶液に 10% パラジウム/炭素（3.9 g, 49% 含水晶）を加え、混合物を室温で水素雰囲気下 8 時間攪拌した。反応液を濾過して触媒を除去した後、濾液を減圧下濃縮した。得られた残渣に 8 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えて中性にした後、有機物をジエチルエーテルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去して、表題化合物（7.2 g、収率 90%）を得た。油状物。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 3.17 (2H, t, J = 8.6 Hz), 3.82 (3H, s), 4.56 (2H, t, J = 8.6 Hz), 6.65–6.72 (1H, m), 6.72–6.78 (2H, m)。

#### 参考例 5 6

##### 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド

- N,N-ジメチルホルムアミド（8.0 mL）にオキシ塩化リン（8.0 mL, 86 mmol）を 0 °C で滴下した。反応溶液に 2,3-ジヒドロ-7-メトキシベンゾフラン（6.7 g, 44 mmol）の N,N-ジメチルホルムアミド（26 mL）溶液を室温に加え、80 °C で 1 時間攪拌した。反応液を室温まで冷却した後、水に注いだ。8 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えてアルカリ性にした後、ジエチルエーテルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後 5:2）で精製して、表題化合物（3.5 g、収率 44%）を得た。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 3.32 (2H, t, J = 8.8 Hz), 3.94 (3H, s), 4.77 (2H, t, J = 8.8 Hz), 7.32 (1H, d, J = 1.2 Hz), 7.38 (1H, d, J = 1.2 Hz), 9.82 (1H, s)。

## 参考例 5 7

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド (3.5 g, 20 mmol)

とイソプロピルトリフェニルホスホニウムヨージド (10 g, 24 mmol) のテトラヒ

- 5 ドロフラン (60 mL) 懸濁液に水素化ナトリウム (60% 油性, 1.1 g, 28 mmol) を  
0 °C で加え、2.5 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却し、水に注いだ。有  
機物を酢酸エチルで抽出し、抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫  
酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカ  
ラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 50:1 の後 10:1) で精製して、表  
10 題化合物 (2.0 g、収率 50%) を得た。

油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.86-1.88 (6H, m), 3.22 (2H, t, J = 8.6Hz), 3.86 (3H, s), 4.62  
(2H, t, J = 8.6Hz), 6.20 (1H, br s), 6.61 (1H, s), 6.71 (1H, s)。

## 参考例 5 8

- 15 3-ヨード-5-メトキシ-4-[(2-メチル-2-プロペニル)オキシ]ベンズアルデヒド  
5-ヨードバニリン (20 g, 72 mmol)、3-クロロ-2-メチル-1-プロペン (13 g, 140  
mmol) と炭酸カリウム (20 g, 140 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (100 mL)  
懸濁液を 80 °C で 6 時間攪拌した。反応液を室温まで冷却した後、減圧下溶媒を  
留去した。残渣に水を加え、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナ  
トリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去し  
20 た。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル  
10:1 の後 5:1) で精製して、表題化合物 (22 g、収率 93%) を得た。

油状物。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.94 (3H, s), 3.91 (3H, s), 4.54 (2H, s), 5.01 (1H, s), 5.17  
25 (1H, s), 7.41 (1H, d, J=1.8Hz), 7.87 (1H, d, J=1.8Hz), 9.83 (1H, s)。

## 参考例 5 9

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-3,3-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド

3-ヨード-5-メトキシ-4-[(2-メチル-2-プロペニル)オキシ]ベンズアルデヒド (22

g, 66 mmol)、酢酸パラジウム(II) (0.60 g, 27 mmol)、炭酸カリウム (9.0 g, 65 mmol)、ギ酸ナトリウム (4.3 g, 63 mmol) とテトラブチルアンモニウムブロミド (18 g, 55 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (300 mL) 懸濁液を 100 °C で 2.5 時間攪拌した。反応液を室温まで冷却した後、減圧下溶媒を留去した。残渣に水を  
5 加え、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後 2:1) で精製して、表題化合物 (7.7 g、収率 57%) を得た。

油状物。

10 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.40 (6H, s), 3.95 (3H, s), 4.43 (2H, s), 7.31-7.32 (2H, m), 9.84 (1H, s)。

参考例 6 0

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-3,3-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン

15 参考例 5 7 と同様の方法により、2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-3,3-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒドとイソプロピルトリフェニルホスホニウムヨードから表題化合物を得た。収率 59%。

油状物。

20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.33 (6H, s), 1.87-1.89 (6H, m), 3.87 (3H, s), 4.29 (2H, s), 6.23 (1H, br s), 6.61 (1H, s), 6.62 (1H, s)。

参考例 6 1

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランメタノール。

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド (7.5 g, 36 mmol) と水素化ホウ素ナトリウム (0.72 g, 19 mmol) のメタノール (60  
25 mL) 溶液を 0 °C で 3 時間攪拌した。反応液を減圧下濃縮し、得られた残渣に水を加えた。1 M 塩酸を加えて酸性にした後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサ

ン/酢酸エチル 5:1 の後 2:1) で精製して、表題化合物 (5.8 g、収率 77%) を得た。

油状物

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.50 (6H, s), 2.20 (1H, br), 3.01 (2H, s), 3.86 (3H, s), 4.57 (2H, s), 6.76 (2H, s)。

#### 5 参考例 6 2

[(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)メチル]トリフェニルホスホニウムブロミド

- 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランメタノール (5.8 g, 28 mmol) のジエチルエーテル (90 mL) 溶液に三臭化リン (0.90 mL, 9.5 mmol) を 0 °C で滴下した。反応液を 0 °C で 30 分間攪拌した後、水に注いだ。有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣 (7.2 g) とトリフェニルホスフィン (7.5 g, 29 mmol) のトルエン (70 mL) 溶液を 80 °C で 10 時間攪拌した。反応液を室温まで冷却した後、析出した結晶を濾取し、ジエチルエーテルで洗浄して、表題化合物 (12 g、収率 84%) を得た。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.45 (6H, s), 2.83 (2H, s), 3.49 (3H, s), 5.33 (2H, d,  $J=13.6\text{Hz}$ ), 6.50 (1H, s), 6.58 (1H, s), 7.59–7.81 (15H, m)。

#### 参考例 6 3

- 5-(2-エチル-1-ブテニル)-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチルベンゾフラン
- [(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)メチル]トリフェニルホスホニウムブロミド (5.6 g, 10 mmol) のテトラヒドロフラン (50 mL) 懸濁液にカリウム tert-ブトキシド (1.3 g, 11 mmol) を 0 °C で加えた。反応溶液に 3-ペンタノン (2.2 mL, 21 mmol) を加え、20 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却した後、水に注いだ。1 M 塩酸を加えて酸性にした後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 50:1 の後 5:1) で精製して、表題化合物 (2.4 g、収率 87%) を得た。

油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.09 (6H, td,  $J=7.6, 1.8\text{Hz}$ ), 1.51 (6H, s), 2.12-2.34 (4H, m), 3.02 (2H, s), 3.85 (3H, s), 6.16 (1H, s), 6.61 (1H, s), 6.64 (1H, s)。

参考例 6 4

5 2,3-ジヒドロ-5-ベンゾフランカルボニトリル

2,3-ジヒドロ-5-ベンゾフランカルボキサリデヒド (5.00 g, 33.7 mmol) およびヒドロキシルアミン塩酸塩 (3.52 g, 50.6 mmol) のギ酸 (70 mL) 溶液を 2 時間加熱還流した。反応混合物を氷水に注ぎ、水酸化カリウムで中和して析出した結晶を濾取した。得られた結晶を酢酸エチルに溶解し、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、

10 減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (3.03 g, 収率 62%) を得た。

融点 69-70  $^{\circ}\text{C}$ 。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  3.26 (2H, d,  $J = 8.8\text{ Hz}$ ), 4.67 (2H, d,  $J = 8.8\text{ Hz}$ ), 6.82 (1H, dd,  $J = 8.8, 1.0\text{ Hz}$ ), 7.42-7.46 (2H, m)。

15 参考例 6 5

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボニトリル

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサリデヒド (8.40 g, 40.7 mmol) およびヒドロキシルアミン塩酸塩 (4.25 g, 61.1 mmol) のギ酸 (100 mL) 溶液を 3 時間加熱還流した。反応混合物を氷水に注ぎ、水酸化カリウムで中和して析出した結晶を濾取した。得られた結晶を酢酸エチルに溶解し、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1) に供し、表題化合物 (6.73 g, 収率 81%) を得た。

融点 73-74  $^{\circ}\text{C}$ 。

25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.54 (6H, s), 3.07 (2H, s), 3.89 (3H, s), 7.00 (1H, br s), 7.12 (1H, br s)。

参考例 6 6

4-(フェニルチオ)ベンゾニトリル



4-フルオロベンゾニトリル (5.00 g, 41.3 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (100 mL) 溶液にチオフェノール (4.55 g, 41.3 mmol) および炭酸カリウム (5.71 g, 41.3 mmol) を加え、窒素雰囲気下 150 °C で 2.5 日間攪拌した。反応液を室温まで冷却後、反応溶媒を減圧下で濃縮留去し、残渣を水に注いだ。有機物を酢酸エチルで抽出し、抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサンの後ヘキサン/酢酸エチル 20:1) に供し、表題化合物 (6.03 g、収率 69%) を得た。

油状物。

- 10  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  7.15–7.20 (2H, m), 7.42–7.55 (7H, m)。

参考例 6 7

4-(1-メチルエチル)ベンゾニトリル

参考例 6 5 と同様の方法により 4-(1-メチルエチル)ベンズアルデヒドを用いて表題化合物を得た。収率 77%。

- 15 油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, d,  $J = 7.0$  Hz), 2.89–3.03 (1H, m), 7.00 (2H, ddd,  $J = 8.4, 2.0, 1.6$  Hz), 7.12 (2H, ddd,  $J = 8.4, 2.0, 1.6$  Hz)。

参考例 6 8

5-メチル-2-チオフェンカルボニトリル

- 20 参考例 6 5 と同様の方法により 5-メチル-2-チオフェンカルボキサルデヒドを用いて表題化合物を得た。収率 60%。

油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  2.46 (3H, s), 6.95 (1H, d,  $J = 5.0$  Hz), 7.47 (1H, d,  $J = 5.0$  Hz)。

- 25 参考例 6 9

4-(トリフルオロメトキシ)ベンゾニトリル

参考例 6 5 と同様の方法により 4-(トリフルオロメトキシ)ベンズアルデヒドを用いて表題化合物を得た。収率 71%。

油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  7.33 (2H, d,  $J = 8.6$  Hz), 7.76 (2H, d,  $J = 8.6$  Hz)。

#### 参考例 7 0

##### 3,5-ジクロロ-4-ピリジンカルボキサルデヒド

- 5 ジイソプロピルアミン (24.9 mL, 177 mmol) のテトラヒドロフラン (150 mL) 溶液に 1.6 M *n*-ブチルリチウム/ヘキサン溶液 (116 mL, 186 mmol) を、窒素雰囲気下、 $-78^\circ\text{C}$  で 20 分間かけて滴下、ついで 3,5-ジクロロピリジン (25.0 g, 169 mmol) のテトラヒドロフラン (100 mL) 溶液を 15 分間かけて滴下し、さらに同温で 20 分間攪拌した。N,N-ジメチルホルムアミド (18.3 mL, 237 mmol) を加え、
- 10 室温で 18 時間攪拌した。反応液を濃塩酸 (60 mL) の水 (400 mL) 溶液に注ぎ、室温で 24 時間攪拌した。水層を分離し、有機物をジエチルエーテルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後 5:1) に供し、表題化合物 (7.96 g, 収率 27%) を得た。
- 15  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  8.64 (2H, s), 10.46 (1H, s)。

#### 参考例 7 1

##### 3,5-ジクロロ-4-ピリジンカルボニトリル

参考例 6 4 と同様の方法により 3,5-ジクロロ-4-ピリジンカルボキサルデヒドを用いて表題化合物を得た。収率 86%。

- 20 融点  $114\text{--}115^\circ\text{C}$ 。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  8.69 (2H, s)。

#### 参考例 7 2

##### 3-メチル-2-チオフェンカルボニトリル

参考例 6 5 と同様の方法により 3-メチル-2-チオフェンカルボキサルデヒドを用いて表題化合物を得た。収率 59%。

- 25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  2.55 (3H, d,  $J = 1.0$  Hz), 6.78 (1H, dd,  $J = 4.0, 1.0$  Hz), 7.44 (1H, d,  $J = 4.0$  Hz)。

#### 参考例 7 3

## 4-(メチルスルフィニル)ベンゾニトリル

- 4-(メチルチオ)ベンゾニトリル (5.00 g, 33.5 mmol) のメタノール (200 mL)、テトラヒドロフラン (50 mL) および水 (50 mL) の混合溶液にメタ過ヨウ素酸ナトリウム (7.89 g, 36.9 mmol) を加え 2 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却後、
- 5 析出した結晶をろ取、水で洗浄後、風乾して表題化合物 (4.39 g、収率 79%) を得た。

融点 87-90 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  2.81 (3H, s), 7.89 (2H, dd,  $J = 8.4, 2.0$  Hz), 8.07 (2H, dd,  $J = 8.4, 2.0$  Hz)。

## 10 参考例 7 4

## 4-(メチルスルホニル)ベンゾニトリル

- 4-(メチルチオ)ベンゾニトリル (5.00 g, 33.5 mmol) のジクロロメタン (150 mL) 溶液に *m*-クロロ過安息香酸 (15.0 g, 73.7 mmol) を加え 0 °C で 30 分間攪拌し、さらに室温で 5 時間攪拌した。反応液を 2 M 水酸化ナトリウム水溶液に注ぎ、ジクロロメタンで抽出した。抽出液を水酸化ナトリウム、チオ硫酸ナトリウムおよびよう化ナトリウムの混合水溶液および飽和塩化ナトリウムで洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して、
- 15 表題化合物 (4.53 g、収率 75%) を得た。

融点 142-144 °C。

- 20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  3.10 (3H, s), 7.90 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz), 8.10 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz)。

## 参考例 7 5

## 3,4,5-トリメトキシベンゾニトリル

- 参考例 6 5 と同様の方法により 3,4,5-トリメトキシベンズアルデヒドを用いて表
- 25 題化合物を得た。収率 60%。

融点 93-94 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  3.89 (6H, s), 3.91 (3H, s), 6.87 (2H, s)。

## 参考例 7 6

## 2, 2'-ビピリジル 1-オキシド

2, 2'-ビピリジル (25.0 g, 160 mmol) のクロロホルム (400 mL) 溶液に氷冷下 m-クロロ過安息香酸 (38.4 g, 160 mmol) を加え、室温で 12 時間攪拌した。反応液を 5% 炭酸ナトリウム水溶液で洗浄し、水層をジクロロメタンで抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウムで洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後酢酸エチル) に供し、析出した結晶をジエチルエーテルで洗浄して、表題化合物 (16.1 g、収率 58%) を得た。

融点 58-60 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 7.45-7.52 (3H, m), 7.89-7.98 (1H, m), 8.09-8.14 (1H, m), 8.35-8.39 (1H, m), 8.73-8.78 (2H, m)。

## 参考例 7 7

1-[2, 2'-ビピリジン]-6-イル-1, 6-ジヒドロ-6-オキソ-3-ピリジンカルボキサミド 6-クロロニコチンアミド (4.70 g, 30.0 mmol) および 2, 2'-ビピリジル 1-オキシド (10.3 g, 60.0 mmol) のキシレン (90 mL) および酢酸 (18 mL) 溶液に 25% 臭化水素/酢酸溶液 (12 mL) を加え、10 時間加熱還流した。反応混合物を水酸化ナトリウム水溶液に注ぎ、析出した結晶を濾取、風乾して、表題化合物 (3.20 g、収率 36%) を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 6.60 (1H, d, J = 10.0 Hz), 7.39-7.66 (3H, m), 7.83-8.03 (3H, m), 8.14-8.51 (3H, m), 8.68-8.75 (2H, m)。

## 参考例 7 8

1-[2, 2'-ビピリジン]-6-イル-1, 6-ジヒドロ-6-オキソ-3-ピリジンカルボニトリル N,N-ジメチルホルムアミド (2.04 mL, 26.4 mmol) のアセトニトリル (30 mL) 溶液に氷冷下オキサリルクロリド (2.09 mL, 24.0 mmol) を滴下し、同温で 15 分間攪拌した。1-[2, 2'-ビピリジン]-6-イル-1, 6-ジヒドロ-6-オキソ-3-ピリジンカルボキサミド (3.50 g, 12.0 mmol) を加え、さらにトリエチルアミン (7.36 mL, 52.8 mmol) を氷冷下滴下した後、室温で 24 時間攪拌した。反応溶媒を減圧下で濃縮除去し、残渣を水に注いだ。析出した結晶を濾取し、クロロホルムに溶解した。これ

を硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をジエチルエーテルで洗浄して、表題化合物 (2.06 g、収率 63%) を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 6.69 (1H, d, J = 9.6 Hz), 7.51 (1H, ddd, J = 7.4, 4.8, 1.0 Hz), 7.82 (1H, dd, J = 9.6, 2.2 Hz), 7.83 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.99 (1H, td, J = 7.6, 1.8 Hz), 8.19 (1H, t, J = 7.6 Hz), 8.42 (1H, d, J = 7.6 Hz), 8.49 (1H, d, J = 7.6 Hz), 8.74 (1H, dd, J = 4.8, 0.6 Hz), 8.97 (1H, d, J = 2.2 Hz)。

#### 参考例 7 9

1,6-ジヒドロ-1-(8-メチル-2-キノリニル)-6-オキソ-3-ピリジンカルボニトリル 6-クロロニコチンアミド (5.90 g, 37.7 mmol) および 8-メチルキノリン 1-オキシド (9.00 g, 56.5 mmol) のキシレン (90 mL) および酢酸 (18 mL) 溶液に 25% 臭化水素/酢酸溶液 (12 mL) を加え、6 時間加熱還流した。反応混合物を水酸化ナトリウム水溶液に注ぎ、析出した結晶を濾取、風乾して、1,6-ジヒドロ-1-(8-メチル-2-キノリニル)-6-オキソ-3-ピリジンカルボキサミド (9.03 g、収率 86%) を得た。つぎに N,N-ジメチルホルムアミド (7.48 mL, 96.6 mmol) のアセトニトリル (200 mL) 溶液に氷冷下オキサリルクロリド (8.43 mL, 96.6 mmol) を滴下し、同温で 15 分間攪拌した。1,6-ジヒドロ-1-(8-メチル-2-キノリニル)-6-オキソ-3-ピリジンカルボキサミド (9.00 g, 32.2 mmol) を加え、さらにトリエチルアミン (26.9 mL, 193 mmol) を氷冷下滴下した後、室温で 20 時間攪拌した。反応溶媒を減圧下で濃縮留去し、残渣を水酸化ナトリウム水溶液に注いだ。有機物を酢酸エチルおよびクロロホルムで抽出し、飽和塩化ナトリウムで洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1) に供し、析出した結晶をジエチルエーテルで洗浄して、表題化合物 (2.04 g、収率 25%) を得た。

融点 269-271 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 2.73 (3H, s), 6.70 (1H, dd, J = 9.6, 0.6 Hz), 7.62 (1H, dd, J = 7.6, 7.0 Hz), 7.73 (1H, d, J = 7.0 Hz), 7.84 (1H, d, J = 8.8 Hz), 7.84 (1H, dd, J = 9.6, 2.6 Hz), 7.93 (1H, d, J = 7.6 Hz), 8.55 (1H, d, J = 8.8 Hz), 8.93 (1H, d, J = 2.6 Hz)。

## 参考例 8 0

1, 6-ジヒドロ-1-(4-メチル-2-ピリジニル)-6-オキソ-3-ピリジンカルボキサミド  
6-クロロニコチンアミド (6.68 g, 42.7 mmol) および 4-メチルピリジン 1-オキ  
シド (9.32 g, 85.4 mmol) のキシレン (120 mL) および酢酸 (25 mL) 溶液に 25%  
5 臭化水素/酢酸溶液 (15 mL) を加え、3 時間加熱還流した。反応混合物を水酸化ナ  
トリウム水溶液に注ぎ、析出した結晶を濾取、風乾して、表題化合物 (5.14 g、収  
率 56%) を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 2.42 (3H, s), 6.55 (1H, d, J = 9.4 Hz), 7.33 (1H, br s),  
7.36-7.40 (1H, m), 7.61-7.62 (1H, m), 7.86 (1H, br s), 7.96 (1H, dd, J = 9.4,  
10 2.6 Hz), 8.49 (1H, d, J = 2.6 Hz), 8.51 (1H, s)。

## 参考例 8 1

1, 6-ジヒドロ-1-(4-メチル-2-ピリジニル)-6-オキソ-3-ピリジンカルボニトリル  
N, N-ジメチルホルムアミド (2.30 mL, 29.7 mmol) のアセトニトリル (70 mL) 溶  
液に氷冷下オキサリルクロリド (2.36 mL, 27.0 mmol) を滴下し、同温で 15 分間  
15 攪拌した。1, 6-ジヒドロ-1-(4-メチル-2-ピリジニル)-6-オキソ-3-ピリジンカルボ  
キサミド (2.88 g, 13.5 mmol) を加え、さらにトリエチルアミン (4.14 mL, 29.7  
mmol) を氷冷下滴下した後、室温で 12 時間攪拌した。反応溶媒を減圧下で濃縮留  
去し、残渣を水酸化ナトリウム水溶液に注いだ。有機物を酢酸エチルで抽出し、飽  
和塩化ナトリウムで洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を  
20 塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後  
1:1) に供し、析出した結晶をジエチルエーテルで洗浄して、表題化合物 (2.02 g、  
収率 71%) を得た。

融点 166-168 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 2.47 (3H, s), 6.68 (1H, dd, J = 9.4, 0.8 Hz), 7.20-7.24 (1H,  
25 m), 7.45 (1H, dd, J = 9.4, 2.6 Hz), 7.71-7.73 (1H, m), 8.43 (1H, d, J = 5.0  
Hz), 8.46 (1H, d, J = 0.8 Hz)。

## 参考例 8 2

2-クロロシクロペンタノン

シクロペンタノン (84.1 g, 1.00 mol) および N-クロロスクシンイミド (134 g, 1.00 mol) の四塩化炭素 (250 mL) 溶液に 2,2'-アゾビス(イソブチロニトリル) (1.64 g, 0.10 mol) を加え、光照射下 6 時間攪拌した。反応液をろ過、減圧濃縮した。残渣を減圧蒸留して、表題化合物 (59.2 g, 収率 50%) を得た。

5 沸点 80-86 °C /1.7 kPa (13 mmHg)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.84-2.72 (6H, m), 4.12 (1H, t, J = 6.8 Hz)。

### 参考例 8 3

#### 2-(2-メトキシフェノキシ)シクロペンタノン

グアヤコール (31.0 g, 250 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (400 mL) 溶液  
10 に水素化ナトリウム (60% 油分散物) (12.0 g, 300 mmol) を加え、0 °C で 30 分  
間攪拌した。2-クロロシクロペンタノン (59.2 g, 499 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (100 mL) 溶液を滴下し、さらに 0 °C で 1 時間攪拌した。反応溶媒を減圧下で濃縮留去し、残渣を水に注いだ。有機物を酢酸エチルで抽出し、抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮  
15 した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 4:1) に供し、表題化合物 (28.4 g, 収率 55%) を得た。

油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.62-2.51 (6H, m), 3.86 (3H, s), 4.61 (1H, td, J = 7.8, 1.4 Hz), 6.84-7.04 (4H, m)。

20 参考例 8 4

#### 1-メトキシ-2-[(2-メチレンシクロペンチル)オキシ]ベンゼン

メチルトリフェニルホスホニウムブロミド (103 g, 289 mmol) のテトラヒドロフラン (600 mL) 溶液にカリウム tert-ブトキシド (30.9 g, 275 mmol) を加え 0 °C で 3 時間攪拌した。2-(2-メトキシフェノキシ)シクロペンタノン (28.4 g, 138  
25 mmol) のテトラヒドロフラン (200 mL) 溶液を滴下し、さらに 0 °C で 1 時間攪拌した。反応液に水を加え、有機層を分離した。水層を酢酸エチルで抽出し、合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル

ル 20:1) に供し、表題化合物 (22.4 g、収率 79%) を得た。

油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.60–2.55 (6H, m), 3.85 (3H, s), 4.89–4.93 (1H, m), 5.07–5.17 (2H, m), 6.83–7.00 (4H, m)。

#### 5 参考例 8 5

2-(1-シクロペンテン-1-イルメチル)-6-メトキシフェノール

1-メトキシ-2-[(2-メチレンシクロペンチル)オキシ]ベンゼン (22.4 g, 110 mmol)

を N,N-ジエチルアニリン (30 mL) に溶解し、窒素雰囲気下、180 °C で 3 時間攪拌した。反応混合物を氷冷し、2 M 塩酸を加え、酢酸エチルで抽出した。有機層を

- 10 飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 50:1) に供し、表題化合物 (19.3 g、収率 86%) を得た。

油状物。

- 15  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.78–1.94 (2H, m), 2.24–2.36 (4H, m), 3.42 (2H, s), 3.88 (3H, s), 5.30–5.32 (1H, m), 5.68 (1H, s), 6.70–6.83 (3H, m)。

#### 参考例 8 6

7-メトキシスピロ[ベンゾフラン-2(3H),1'-シクロペンタン]

2-(1-シクロペンテン-1-イルメチル)-6-メトキシフェノール (22.4 g, 110 mmol) のメタノール (200 mL) 溶液に氷冷下濃硫酸 (20 mL) を滴下し、4 時間加熱還流

- 20 した。反応溶媒を減圧下で濃縮留去し、残渣を氷水に注いだ。有機物を酢酸エチルで抽出し、飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 50:1) に供し、表題化合物 (17.0 g、収率 88%) を得た。

油状物。

- 25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.67–2.21 (8H, m), 3.19 (2H, s), 3.86 (3H, s), 6.70–6.80 (3H, m)。

#### 参考例 8 7

7-メトキシスピロ[ベンゾフラン-2(3H),1'-シクロペンタン]-5-カルボキサルデヒ



ド

オキシ塩化リン (15.5 mL, 166 mmol) を氷冷下 N,N-ジメチルホルムアミド (6.44 mL, 166 mmol) に滴下し、さらに 7-メトキシスピロ[ベンゾフラン-2(3H), 1'-シクロペンタン] (17.0 g, 83.2 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (30 mL) 溶液を  
5 氷冷下滴下した後、80 °C で 6 時間攪拌した。反応混合物を氷水に注ぎ、8 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和した後、酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1) に供し、ジエチルエーテル-ヘキサンから結晶化させて、表題化合物 (11.0 g, 収率 57%) を得た。

10 融点 54 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.70-2.26 (8H, m), 3.26 (2H, s), 3.93 (3H, s), 7.31-7.34 (2H, m), 9.80 (1H, s)。

参考例 8 8

15 7-メトキシ-5-(2-メチル-1-プロペニル)スピロ[ベンゾフラン-2(3H), 1'-シクロペンタン]

7-メトキシスピロ[ベンゾフラン-2(3H), 1'-シクロペンタン]-5-カルボキサルデヒド (10.5 g, 45.2 mmol) およびイソプロピルトリフェニルホスホニウムヨージド (31.4 g, 72.6 mmol) のテトラヒドロフラン (150 mL) 懸濁液に水素化ナトリウム (60% 油分散物) (3.26 g, 81.4 mmol) を加え、1 時間加熱還流した。反応混合物  
20 を 10% 塩化アンモニウム水溶液に注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 20:1) に供し、表題化合物 (11.0 g, 収率 94%) を得た。

油状物。

25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.54-2.20 (14H, s), 3.17 (2H, s), 3.85 (3H, s), 6.20 (1H, s), 6.60 (1H, s), 6.66 (1H, s)。

参考例 8 9

2-ブロモ-3-ペンタノン

3-ペンタノン (172 g, 2.00 mol) のメタノール (500 mL) 溶液に 臭素 (51.5 mL, 1.00 mol) を滴下し、室温で 3 時間攪拌した。反応溶媒を減圧下で濃縮留去し、残渣をチオ硫酸ナトリウム水溶液で処理し、酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。

- 5 残渣を減圧蒸留して、表題化合物 (72.3 g、収率 44%) を得た。

沸点 65 °C /3.3 kPa (25 mmHg)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.12 (3H, t,  $J = 7.4$  Hz), 1.75 (3H, t,  $J = 7.0$  Hz), 2.61 (1H, dq,  $J = 18.0, 7.4$  Hz), 2.87 (1H, dq,  $J = 18.0, 7.4$  Hz), 4.42 (1H, q,  $J = 7.0$  Hz)。

- 10 参考例 9 0

2-(2-メトキシフェノキシ)-3-ペンタノン

参考例 8 3 と同様の方法により 2-ブロモ-3-ペンタノンから表題化合物を得た。定量的。

油状物。

- 15  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.07 (3H, t,  $J = 7.4$  Hz), 1.51 (3H, t,  $J = 6.8$  Hz), 2.59 (1H, dq,  $J = 18.0, 7.4$  Hz), 2.75 (1H, dq,  $J = 18.0, 7.4$  Hz), 3.87 (3H, s), 4.62 (1H, q,  $J = 6.8$  Hz), 6.75-6.99 (4H, m)。

参考例 9 1

1-メトキシ-2-(1-メチル-2-メチレンブトキシ)ベンゼン

- 20 参考例 8 4 と同様の方法により 2-(2-メトキシフェノキシ)-3-ペンタノンから表題化合物を得た。収率 79%。

油状物。

- 25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.07 (3H, t,  $J = 7.2$  Hz), 1.50 (3H, t,  $J = 6.6$  Hz) 2.13 (2H, q,  $J = 7.2$  Hz), 3.86 (3H, s), 4.74 (1H, q,  $J = 6.6$  Hz), 4.88 (1H, d,  $J = 1.4$  Hz), 5.07-5.08 (1H, m), 6.78-6.91 (4H, m)。

参考例 9 2

2-(2-エチル-2-ブテニル)-6-メトキシフェノール

参考例 8 5 と同様の方法により 1-メトキシ-2-(1-メチル-2-メチレンブトキシ)ベ

ンゼンから表題化合物を得た。収率 97%。

油状物。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.98 (3H, t, J = 7.6 Hz), 1.61 (3H, d, J = 7.0 Hz), 2.04 (2H, q, J = 7.6 Hz), 3.35 (2H, s), 3.88 (3H, s), 5.19 (1H, q, J = 7.0 Hz), 5.68 (1H, s), 6.69-6.83 (3H, m)。

#### 参考例 9 3

2,2-ジエチル-2,3-ジヒドロ-7-メトキシベンゾフラン

参考例 8 6 と同様の方法により 2-(2-エチル-2-ブテニル)-6-メトキシフェノールから表題化合物を得た。収率 86%。

- 10 油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.94 (6H, t, J = 7.4 Hz), 1.78 (4H, q, J = 7.4 Hz), 3.01 (2H, s), 3.87 (3H, s), 6.71-6.78 (3H, m)。

#### 参考例 9 4

2,2-ジエチル-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド

- 15 参考例 8 7 と同様の方法により 2,2-ジエチル-2,3-ジヒドロ-7-メトキシベンゾフランから表題化合物を得た。収率 59%。

油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.95 (6H, t, J = 7.4 Hz), 1.82 (4H, q, J = 7.4 Hz), 3.08 (2H, s), 3.93 (3H, s), 7.30 (1H, br s), 7.31 (1H, br s), 9.79 (1H, s)。

- 20 参考例 9 5

2,2-ジエチル-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン

参考例 8 8 と同様の方法により 2,2-ジエチル-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-5-ベンゾフランカルボキサルデヒドから表題化合物を得た。定量的。

- 25 油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.94 (6H, t, J = 7.4 Hz), 1.77 (4H, q, J = 7.4 Hz), 1.87 (6H, s), 2.99 (2H, s), 3.85 (3H, s), 6.19 (1H, s), 6.59 (1H, s), 6.64 (1H, s)。

#### 参考例 9 6

- 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ- $\alpha, \alpha, 2, 2$ -テトラメチル-5-ベンゾフランエタンアミン  
3-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2,2-ジメチルプロ  
ピオン酸 (5.0 g, 18 mmol)、ジフェニルホスホリルアジド (5.6 g, 20 mmol) と  
トリエチルアミン (2.8 mL, 20 mmol) のトルエン (100 mL) 混合物を 1 時間加熱  
5 還流した。反応液を室温まで冷却した後、水ならびに飽和塩化ナトリウム水溶液で  
洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣  
に 6 M 塩酸 (30 mL) を加え、60 °C で 1.5 時間攪拌した。反応液を室温まで冷  
却した後、8 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えてアルカリ性にした後、有機物をジ  
エチルエーテルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫  
10 酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去して、表題化合物 (3.6 g、収率 80%)  
を得た。

油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.13 (6H, s), 1.51 (6H, s), 2.58 (2H, s), 3.02 (2H, s), 3.86  
(3H, s), 6.55 (1H, s), 6.59 (1H, s)。

15 参考例 97

6-クロロ-N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-1,1-ジメチルエチル]-3-ピリジンカルボキサミド

- 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ- $\alpha, \alpha, 2, 2$ -テトラメチル-5-ベンゾフランエタンアミン  
(3.7 g, 15 mmol)、6-クロロニコチン酸クロリド塩酸塩 (3.9 g, 18 mmol)、炭酸  
20 水素ナトリウム (4.7 g, 56 mmol)、テトラヒドロフラン (30 mL)、トルエン (60 mL)  
と水 (30 mL) の混合物を室温で 14.5 時間攪拌した。反応液を減圧下濃縮し、残  
渣に水を加えた。有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水  
溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られ  
た残渣を酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して、表題化合物 (4.9 g、収率 86%) を  
25 得た。

融点 118-119 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.48 (6H, s), 1.49 (6H, s), 2.97 (2H, s), 3.04 (2H, s), 3.73  
(3H, s), 5.72 (1H, br), 6.51 (1H, s), 6.56 (1H, s), 7.38 (1H, d,  $J=8.4\text{Hz}$ ),

7.96 (1H, dd, J=8.4, 2.1Hz), 8.62 (1H, d, J=2.1Hz)。

参考例 9 8

N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-1,1-ジメチル  
エチル]-1,6-ジヒドロ-1-(6-メチル-2-キノリニル)-6-オキソ-3-ピリジンカルボ  
キサミド

- 5 6-クロロ-N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-1,1-ジメチルエチル]-3-ピリジンカルボキサミド (1.5 g, 3.9 mmol)、6-メチルキノリン 1-オキシド (3.9 g, 24 mmol)、25%臭化水素/酢酸溶液 (1.6 mL) および酢酸 (2.4 mL) のトルエン (13 mL) 溶液を 19.5 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却後、反応混合物を水に注いだ。8 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えて弱アルカリ性にした後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/クロロホルム/酢酸エチル 1:1:1 の後 1:1:2) で精製し、ヘキサーン-ジイソプロピルエー  
10 テルより結晶化し、表題化合物 (1.2 g、収率 59%) を得た。

融点 192-193 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.45 (12H, s), 2.57 (3H, s), 2.92 (2H, s), 3.03 (2H, s), 3.75 (3H, s), 5.60 (1H, br s), 6.54 (2H, d, J=7.4Hz), 6.65 (1H, d, J=9.4Hz), 7.58-7.70 (3H, m), 7.86 (1H, d, J=8.8Hz), 7.97 (1H, d, J=8.4Hz), 8.20 (1H, d, J=8.8Hz), 8.51 (1H, d, J=2.2Hz)。

参考例 9 9

5-(3-シアノフェニル)-1H-テトラゾール-1-酢酸 メチルエステル

- 3-(1H-テトラゾール-5-イル)ベンゾニトリル (1.77 g, 10 mmol) を N,N-ジメチルホルムアミド (20 mL) に溶かし、氷冷下で炭酸カリウム (1.65 g, 12 mmol) とブ  
25 ロモ酢酸メチル (1.84 g, 12 mmol) とを加えて室温にもどし 1 時間攪拌した。反応混合物に氷水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。抽出液を塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーに付し、ヘキサン/酢酸エチル (2:1) で溶出して目的画

分を集めて濃縮し、ヘキサンから再結晶して表記化合物 (1.98 g、収率 81%) を得た。

融点 67-69°C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  3.86 (3H, s), 5.51 (2H, s), 7.5-8.6 (4H, m)。

5 参考例 100

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-ニトロエテニル)ベンゾフラン

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサリデヒド (17.5 g, 84.9 mmol)、酢酸アンモニウム (4.36 g, 56.6 mmol) のニトロメタン (85 mL) 混合物を 100-105 °C で 1.5 時間攪拌した。反応混合物を酢酸エチルに溶解し、水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから再結晶して表題化合物 (17.1 g、収率 81%) を得た。

融点 154-156 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.55 (6H, s), 3.08 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.91 (1H, s), 7.04 (1H, s), 7.51 (1H, d,  $J = 13.6$  Hz), 7.96 (1H, d,  $J = 13.6$  Hz)。

参考例 101

N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランニル)エチル]ベンズアミド

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-ニトロエテニル)ベンゾフラン (16.3 g, 65.4 mmol) のテトラヒドロフラン (250 mL) 溶液に氷冷下水素化リチウムアルミニウム (7.44 g, 0.196 mol) を徐々に加え、4 時間加熱還流した。反応混合物を氷冷し、ハイフロスーパーセル (商品名) (37 g) を加え、酢酸エチル (100 mL)、次いで水 (15 mL) を滴下した。得られた混合物を同温で 10 分間攪拌し、ろ過、減圧濃縮して 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランエタンアミンを含む混合物 (12.9 g) を得た。この 2.22 g をテトラヒドロフラン (10 mL) に溶解し、炭酸ナトリウム (1.38 g, 13.0 mmol) の水 (10 mL) 溶液を加え、氷冷下ベンゾイルクロリド (1.28 mL, 11.0 mmol) を滴下、同温で 20 分間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナ

トリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後 3:1）に供し、酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して表題化合物（929 mg、収率 25%）を得た。

融点 137-138 °C。

- 5  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.51 (6H, s), 2.86 (2H, t,  $J = 6.8$  Hz), 3.01 (2H, s), 3.61-3.75 (2H, m), 3.83 (3H, s), 6.08-6.22 (1H, m), 6.59 (1H, s), 6.65 (1H, s), 7.35-7.55 (3H, m), 7.67-7.75 (2H, m)。

参考例 102

- 10 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-ニトロ-1-プロペニル)ベンゾフラン  
ン

- 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド (20.0 g, 97.0 mmol)、ニトロエタン (7.70 mL, 107 mmol)、ピペリジン (2.00 mL, 20.2 mmol) と酢酸 (5.60 mL, 97.8 mmol) のトルエン (37 mL) の溶液をディーン-スターク (Dean-Stark) 水分離装置を用いて 5 時間加熱還流した。反応液を室  
15 温まで冷却した後、水と酢酸エチルに分配した。有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下溶媒を留去した。得られた残渣をジイソプロピルエーテルから結晶化して、表題化合物 (20.9 g, 収率 82%) を得た。

融点 120-121 °C。

- 20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.55 (6H, s), 2.50 (3H, s), 3.09 (2H, s), 3.91 (3H, s), 6.85 (1H, s), 6.96 (1H, s), 8.08 (1H, s)。

参考例 103

- 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ- $\alpha$ ,2,2-トリメチル-5-ベンゾフランエタンアミン  
2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-ニトロ-1-プロペニル)ベンゾフラ  
25 ン (10.9 g, 41.4 mmol) のテトラヒドロフラン (150 mL) 溶液に水素化リチウムアルミニウム (3.35 g, 88.3 mmol) を 0 °C で徐々に加えた。反応液を 0 °C で 15 分間攪拌した後、1 時間加熱還流した。反応液を氷冷し、水を徐々に加え、不溶物を濾去した。濾液を硫酸ナトリウムで乾燥した後、溶媒を減圧下留去して、表題化

合物 (9.00 g, 収率 92%) を得た。

油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.12 (3H, d, J=6.4Hz), 1.50 (6H, s), 2.40 (1H, dd, J=13.2, 8.4Hz), 2.66 (1H, dd, J=13.2, 5.2Hz), 3.01 (2H, s), 3.07-3.17 (1H, m), 3.85  
5 (3H, s), 6.56 (1H, s), 6.59 (1H, s)。

#### 参考例 104

N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランニル)-1-メチルエチル]ベンズアミド

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-α,2,2-トリメチル-5-ベンゾフランエタンアミン  
10 (3.00 g, 12.7 mmol)、トリエチルアミン (2.10 mL, 15.1 mmol) のテトラヒドロフラン (50.0 mL) と酢酸エチル (50.0 mL) の溶液にベンゾイルクロリド (1.50 mL, 12.9 mmol) を 0 °C で滴下した。反応液を室温で 4 時間攪拌した後、減圧下溶媒を留去した。得られた残渣に水を加え、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸マグネシウムで乾燥し、減圧下で溶  
15 媒を留去した。得られた残渣を酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから再結晶して、表題化合物 (1.94 g, 収率 45%) を得た。

融点 141-142 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (3H, d, J=6.6Hz), 1.50 (6H, s), 2.76 (1H, dd, J=13.4, 7.0Hz), 2.88 (1H, dd, J=13.8, 5.6Hz), 3.00 (2H, s), 3.80 (3H, s), 4.34-4.48  
20 (1H, m), 5.93 (1H, br), 6.58 (1H, s), 6.63 (1H, s), 7.37-7.53 (3H, m), 7.71 (2H, dd, J=8.6, 2.0Hz)。

#### 参考例 105

N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランニル)-1-メチルエチル]-4-ピリジンカルボキサミド

25 参考例 97 と同様の方法により、2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-α,2,2-トリメチル-5-ベンゾフランエタンアミンとイソニコチノイルクロリド塩酸塩から表題化合物を得た。収率 75%。

融点 159-160 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。



$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (3H, d,  $J=6.6\text{Hz}$ ), 1.51 (6H, s), 2.71-2.93 (2H, m), 3.00 (2H, s), 3.82 (3H, s), 4.34-4.47 (1H, m), 6.00 (1H, br d,  $J=8.4\text{Hz}$ ), 6.56 (1H, s), 6.61 (1H, s), 7.52-7.55 (2H, m), 8.71-8.74 (2H, m)。

参考例 106

- 5 2-(ベンゾイルアミノ)-3-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランニル)-2-プロパン酸 メチルエステル

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド (12.8 g, 62.1 mmol)、馬尿酸 (12.2 g, 68.1 mmol) および酢酸ナトリウム (5.60 g, 68.3 mmol) の無水酢酸 (65 mL) 懸濁液を 100 °C で 1.5 時間攪拌した。反応混合物を室温に冷却し、ジエチルエーテルを加え、結晶をろ取して 4-[(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランニル)メチレン]-2-フェニル-5(4H)-オキサゾロンを含む混合物 (16.9 g) を得た。また、母液を濃縮し、結晶をジイソプロピルエーテルで洗浄して同混合物 (3.72 g) を得た。これらをメタノール (100 mL) に懸濁し、炭酸ナトリウム (0.20 g, 1.9 mmol) を加え、3 時間加熱還流した。

- 15 反応混合物を減圧濃縮し、残渣を酢酸エチル-水に分配した。水層を分離し、有機層を水洗、減圧濃縮した。残渣をメタノール-ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物 (10.5 g、収率 44%) を得た。

融点 184-186 °C。

- 20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.50 (6H, s), 2.99 (2H, s), 3.66 (3H, s), 3.85 (3H, s), 7.00 (2H, s), 7.43-7.64 (4H, m), 7.67 (1H, br s), 7.86-7.95 (2H, m)。

参考例 107

$\alpha$ -(ベンゾイルアミノ)-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランプロパン酸 メチルエステル

- 25 2-(ベンゾイルアミノ)-3-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランニル)-2-プロパン酸 メチルエステル (11.5 g, 30.2 mmol) のテトラヒドロフラン (100 mL) 溶液に 10% パラジウム/炭素 (50% 含水晶) (1.2 g) を加え、水素雰囲気下、50 °C で 4 時間攪拌した。触媒をろ過し、ろ液を減圧濃縮した。得られた結晶をジイソプロピルエーテルで洗浄して、表題化合物 (10.1 g、収率 87%) を得

た。

融点 160-162 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.50 (6H, s), 2.98 (2H, s), 3.15 (1H, dd, J = 13.9, 5.1 Hz),  
3.23 (1H, dd, J = 13.9, 5.9 Hz), 3.75 (3H, s), 3.78 (3H, s), 5.04 (1H, dt,  
5 J = 7.5, 5.5 Hz), 6.48 (1H, s), 6.53 (1H, s), 6.59 (1H, br d, J = 7.5 Hz),  
7.36-7.57 (3H, m), 7.71-7.79 (2H, m)。

#### 参考例 108

2-アミノ-5-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)安息香酸  
メチルエステル

10 5-ヨードアントラニル酸メチル (2.78 g、10.0 mmol) およびトリエチルアミン  
(4.2 mL、30 mmol) の 1,4-ジオキサン (20 mL) 溶液に [1,1'-ビス(ジフェニルホ  
スフィノ)フェロセン]ジクロロパラジウム(II)ジクロロメタン錯体 (82 mg、0.10  
mmol) を加え、4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン (3.7 mL、25 mmol)  
を滴下した。得られた混合物を窒素雰囲気下、80 °C で 14 時間攪拌した。反応混  
15 合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化  
ナトリウム水溶液で洗浄、シリカゲルを通してろ過 (酢酸エチルで溶出)、減圧濃  
縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1)  
に供し、酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (1.45 g、収率 52%) を  
得た。

20 融点 110-112 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.33 (12H, s), 3.86 (3H, s), 5.96 (2H, br s), 6.63 (1H, d, J  
= 8.3 Hz), 7.67 (1H, dd, J = 8.3, 1.5 Hz), 8.33 (1H, d, J = 1.5 Hz)。

#### 参考例 109

4-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)安息香酸 エチルエス  
15 テル

4-ヨード安息香酸エチル (2.76 g、10.0 mmol) およびトリエチルアミン (4.2 mL、  
30 mmol) の 1,4-ジオキサン (20 mL) 溶液に [1,1'-ビス(ジフェニルホスフィノ)  
フェロセン]ジクロロパラジウム(II)ジクロロメタン錯体 (82 mg、0.10 mmol) を

- 加え、4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン (3.2 mL、22 mmol) を滴下した。得られた混合物を窒素雰囲気下、80 °Cで 14 時間、100 °Cで 3 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム-シリカゲルを通して乾燥  
5 (酢酸エチルで溶出)、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 20:1) に供して表題化合物 (2.26 g、収率 82%) を得た。油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.36 (12H, s), 1.40 (3H, t, J = 7.1 Hz), 4.39 (2H, q, J = 7.1 Hz), 7.86 (2H, d, J = 8.4 Hz), 8.03 (2H, d, J = 8.4 Hz)。

#### 10 参考例 110

β-(ベンゾイルアミノ)-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラン  
プロパノール

α-(ベンゾイルアミノ)-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラン  
プロパン酸 メチルエステル (3.84 g、10.0 mmol) のテトラヒドロフラン (30 mL)

- 15 懸濁液に水素化ホウ素ナトリウム (90%) (1.26 g、30 mmol) を加えた。得られた混合物を加熱還流しながらメタノール (5 mL) を 30 分間かけて滴下、さらに 5 分間加熱還流した。反応混合物を放冷し、水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣をメタノール-ジイソプロピルエーテルから再結晶して表題化合物 (2.65 g、収率 75%) を得た。

#### 20 融点 155-158 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.50 (6H, s), 2.91 (2H, d, J = 7.2 Hz), 3.00 (2H, s), 3.66-3.87 (2H, m), 3.82 (3H, s), 4.20-4.38 (1H, m), 6.37-6.48 (1H, m), 6.63 (1H, s), 6.67 (1H, s), 7.35-7.55 (3H, m), 7.65-7.73 (2H, m)。

#### 参考例 111

- 25 酢酸 2-(ベンゾイルアミノ)-3-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランニル)プロピルエステル

β-(ベンゾイルアミノ)-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラン  
プロパノール (3.13 g、8.81 mmol) および 4-(ジメチルアミノ)ピリジン (108 mg、

0.884 mmol) のテトラヒドロフラン (30 mL) 懸濁液にトリエチルアミン (1.84 mL、13.2 mmol) および無水酢酸 (1.16 mL、12.3 mmol) を滴下し、室温で 20 分間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣をメタノール-ジイソプロピルエーテルから再結晶して表題化合物 (3.26 g、収率 93%) を得た。

融点 141-142 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.50 (6H, s), 2.11 (3H, s), 2.79 (1H, dd, J = 13.7, 8.3 Hz), 2.93-3.05 (1H, m), 3.00 (2H, s), 3.82 (3H, s), 4.15 (1H, dd, J = 11.4, 4.1 Hz), 4.28 (1H, dd, J = 11.4, 6.2 Hz), 4.47-4.64 (1H, m), 6.43 (1H, br d, J = 8.4 Hz), 6.61 (1H, s), 6.64 (1H, s), 7.38-7.57 (3H, m), 7.70-7.78 (2H, m)。

#### 参考例 1 1 2

N-[3'-(1,2,3,4,8,9-ヘキサヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]アセトアミド

参考例 1 0 と同様の方法により N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]アセトアミドから表題化合物を得た。収率 84%。

融点 162-165 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.18 (3H, s), 1.21 (3H, s), 1.25 (3H, s), 1.34 (3H, s), 1.85 (1H, d, J = 15.8 Hz), 2.20 (3H, s), 2.47 (1H, d, J = 15.8 Hz), 2.56 (1H, d, J = 15.4 Hz), 2.83 (1H, d, J = 15.4 Hz), 3.87 (3H, s), 5.00 (1H, s), 6.50 (1H, s), 7.15-7.66 (9H, m)。

#### 参考例 1 1 3

3-シアノ-N-(3,5-ジクロロ-4-ピリジニル)ベンズアミド

3-シアノ安息香酸 (2.71 g、18.4 mmol) および塩化チオニル (10 mL) の混合物を 1.5 時間加熱還流した。反応液を減圧濃縮し、残渣にトルエンを加えて再び減圧濃縮した。4-アミノ-3,5-ジクロロピリジン (2.50 g、15.3 mmol) のテトラヒドロフラン (30 mL) 懸濁液を氷冷し、水素化ナトリウム (66% 油分散物) (1.34 g、36.7 mmol) を加えて、さらに、先に調製した濃縮残渣を加えた。混合物を室温で 2 時

間攪拌した後、氷水に注ぎ、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチルーヘキサンから再結晶し、表題化合物 (0.45 g、収率 11%) を得た。母液を濃縮し、残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル/メタノール 19:1) に供した後、酢酸エチルーヘキサンから再結晶し、  
5 表題化合物 (0.66 g、収率 15%) をさらに得た。

融点 242-244 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>+DMSO-d<sub>6</sub>) δ 7.65 (1H, t, J=8.0 Hz), 7.87 (1H, dd, J=1.4, 8.0 Hz), 8.34 (1H, dd, J=1.4, 8.0 Hz), 8.49 (1H, s), 8.58 (2H, s), 10.24 (1H, br s)。

参考例 1 1 4

10 3-シアノ-N-(3,5-ジクロロ-1-オキシド-4-ピリジニル)ベンズアミド

3-シアノ-N-(3,5-ジクロロ-4-ピリジニル)ベンズアミド (1.06 g、3.78 mmol) および m-クロロ過安息香酸 (70%) (2.80 g、11.3 mmol) の酢酸エチル (20 mL) 懸濁液を、窒素雰囲気下、50 °C で 15 時間攪拌した。反応液に水およびチオ硫酸ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル/メタノール 49:1 から 23:2) に供した後、酢酸エチルーヘキサンから再結晶し、表題化合物 (0.88 g、収率 79%) を得た。

融点 234-235 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>+DMSO-d<sub>6</sub>) δ 7.65 (1H, t, J=8.0 Hz), 7.87 (1H, d, J=8.0 Hz), 8.26 (2H, s), 8.32 (1H, d, J=8.0 Hz), 8.47 (1H, s), 10.16 (1H, br s)。  
20

参考例 1 1 5

1-(7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラン)-2-メチル-1-プロパノール

7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒド (30.0 g、0.136 mol) のテトラヒドロフラン (50 mL) 溶液を氷冷し、これに 2-プロモプロパン (25.1 g、0.204 mol) およびマグネシウム (4.97 g、0.204 mol) から調製したグリニャール試薬のテトラヒドロフラン (50 mL) 懸濁液を加え、混合物を室温で 1 時間攪拌した。反応液を氷水に注ぎ、酢酸エチルで抽出した。抽出  
25

液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチルーヘキサンから結晶化し、表題化合物 (29.8 g、収率 83%) を得た。

融点 100-101 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.77 (3H, d, J=6.6 Hz), 1.02 (3H, d, J=6.6 Hz), 1.42 (3H, t, J=7.0 Hz), 1.51 (6H, s), 1.77 (1H, d, J=6.6 Hz), 1.80-1.99 (1H, m), 3.00 (2H, s), 4.12 (2H, q, J=7.0 Hz), 4.21 (1H, dd, J=2.8 Hz, 7.2 Hz), 6.70 (2H, s)。

#### 参考例 116

1-エトキシ-2-(2-メチル-2-プロペニルオキシ)ベンゼン

2-エトキシフェノール (5.00 g、36.2 mmol)、3-クロロ-2-メチル-1-プロペン (3.93 mL、39.8 mmol)、炭酸カリウム (5.75 g、41.6 mmol) およびヨウ化カリウム (0.60 g、3.62 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (25 mL) 懸濁液を、窒素雰囲気下、90 °C で 1.5 時間攪拌した。反応液を室温に戻した後に水を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を 1 M 水酸化ナトリウム水溶液および水で洗浄した後、減圧濃縮して、表題化合物 (5.90 g、収率 85%) を得た。

15 油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.44 (3H, t, J=6.9 Hz), 1.84 (3H, s), 4.09 (2H, q, J=6.9 Hz), 4.50 (2H, s), 4.97 (1H, s), 5.10 (1H, s), 6.88-6.91 (4H, m)。

#### 参考例 117

2-エトキシ-6-(2-メチル-2-プロペニル)フェノール

20 1-エトキシ-2-(2-メチル-2-プロペニルオキシ)ベンゼン (5.80 g、30.2 mmol) の N,N-ジエチルアニリン (12 mL) 溶液を、窒素雰囲気下、205 °C で 3.5 時間攪拌した。反応液を室温に戻した後に氷冷し、2 M 塩酸 (39 mL) を加えて酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後減圧濃縮して、表題化合物 (5.60 g、収率 97%) を得た。

25 油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.44 (3H, t, J=7.0 Hz), 1.75 (3H, s), 3.36 (2H, s), 4.10 (2H, q, J=7.0 Hz), 4.69 (1H, s), 4.80 (1H, s), 6.65-6.79 (3H, m)。

#### 参考例 118

7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチルベンゾフラン

- 2-エトキシ-6-(2-メチル-2-プロペニル)フェノール (5.50 g, 28.6 mmol) のトルエン (30 mL) 溶液に三フッ化ホウ素ジエチルエーテル錯体 (3.99 mL, 31.5 mmol) を加え、窒素雰囲気下、混合物を 100 °C で 1.5 時間撹拌した。反応液を室温に戻した後に 1 M 水酸化ナトリウム水溶液 (30 mL) を加え、ヘキサンで抽出した。抽出液を 1 M 水酸化ナトリウム水溶液および水で洗浄した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 97:3 から 19:1) に供し、表題化合物 (2.90 g, 収率 53%) を得た。

油状物。

- 10  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.43 (3H, t,  $J=7.0$  Hz), 1.51 (6H, s), 3.02 (2H, s), 4.12 (2H, q,  $J=7.0$  Hz), 6.71-6.78 (3H, m)。

参考例 119

5-ブロモ-7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチルベンゾフラン

- 7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチルベンゾフラン (10.0 g, 52.0 mmol) のトルエン (50 mL) 溶液を -40 °C に冷却し、臭素 (8.72 g, 54.6 mmol) を滴下した。反応液を同温度で 20 分間撹拌した後、チオ硫酸ナトリウム水溶液を加え、ヘキサンで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 19:1) に供し、表題化合物 (13.6 g, 収率 96%) を得た。

- 20 融点 55-58 °C (ペンタン)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.43 (3H, t,  $J=7.0$  Hz), 1.50 (6H, s), 3.00 (2H, s), 4.09 (2H, q,  $J=7.0$  Hz), 6.83-6.85 (1H, m), 6.86-6.88 (1H, m)。

参考例 120

7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-2-プロペニル)ベンゾフラン

- 25 5-ブロモ-7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチルベンゾフラン (3.60 g, 13.3 mmol) のテトラヒドロフラン (30 mL) 溶液を -78 °C に冷却し、1.57 M *n*-ブチルリチウムヘキサン溶液 (9.30 mL, 14.6 mmol) を滴下して、混合物を同温度で 15 分

間攪拌した。これにヨウ化銅 (I) (1.39 g, 7.32 mmol) を加え、混合物を氷冷下で 15 分間攪拌した。混合物を -40 °C に冷却した後 3-クロロ-2-メチル-1-プロペン (1.44 mL, 14.6 mmol) を滴下し、氷冷下で 15 分間攪拌した。反応液に水を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 19:1) に供し、表題化合物 (2.34 g, 収率 71%) を得た。

油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.41 (3H, t, J=7.0 Hz), 1.50 (6H, s), 1.68 (3H, s), 2.99 (2H, s), 3.22 (2H, s), 4.11 (2H, q, J=7.0 Hz), 4.73 (1H, s), 4.78 (1H, s), 6.56 (1H, s), 6.58 (1H, s)。

#### 参考例 1 2 1

##### 3-シアノ-N-メチルベンゼンスルホンアミド

塩酸メチルアミン (1.67 g, 24.8 mmol) のピリジン (6 mL) 懸濁液に氷冷下、3-シアノベンゼンスルホニルクロリド (5.00 g, 24.8 mmol) を加え、室温で 3 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、1 M 塩酸で酸性にし、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を 1 M 塩酸、水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮し、表題化合物 (4.49 g, 収率 92%) を結晶として得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 2.73 (3H, d, J = 5.4 Hz), 4.51 (1H, br), 7.69 (1H, t, J = 7.8 Hz), 7.88 (1H, dt, J = 7.8, 1.5 Hz), 8.00 (1H, dt, J = 7.8, 1.5 Hz), 8.17 (1H, t, J = 1.5 Hz)。

#### 参考例 1 2 2

##### N-[3-[[3-シアノフェニル]スルホニル]アミノ]フェニル]アセトアミド

3'-アミノアセトアニリド (745 mg, 4.96 mmol) のテトラヒドロフラン (10 mL) 溶液に氷冷下、トリエチルアミン (0.76 mL, 5.46 mmol) および 3-シアノベンゼンスルホニルクロリド (1.00 g, 4.96 mmol) を加え、室温で 3 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリ



カゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後 1:2）に供し、表題化合物（1.39 g、収率 89%）を結晶として得た。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  2.23 (3H, s), 6.97–7.03 (2H, m), 7.21 (1H, d,  $J = 8.2$  Hz), 7.51–7.64 (2H, m), 7.73–7.81 (2H, m), 7.96–8.10 (2H, m)。

5 参考例 1 2 3

2-[[ (3-シアノフェニル) スルホニル] アミノ] アセトアミド

3-シアノベンゼンスルホニルクロリド (538 mg, 2.67 mmol) のピリジン (3 mL) 溶液にグリシンアミド塩酸塩 (301 mg, 2.67 mmol) を加え、室温で 1 時間、60 °C で 2 時間、90 °C で 4 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回

10 抽出した。合わせた有機層を 1 M 塩酸および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮し、表題化合物 (180 mg、収率 28%) を結晶として得た。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  3.57 (2H, d,  $J = 5.7$  Hz), 6.25 (1H, br s), 7.00 (1H, br s), 7.68 (1H, t,  $J = 7.8$  Hz), 7.76 (1H, t,  $J = 5.7$  Hz), 7.87 (1H, dd,  $J = 7.8$ , 1.4 Hz), 8.12 (1H, dd,  $J = 7.8$ , 1.4 Hz), 8.14 (1H, t,  $J = 1.4$  Hz)。

15

参考例 1 2 4

3-シアノ-N-(ヘキサヒドロ-2-オキソ-1H-アゼピン-3-イル) ベンゼンスルホンアミド

3-アミノヘキサヒドロ-2H-アゼピン-2-オン (305 mg, 2.38 mmol) のテトラヒドロフラン (3 mL) 溶液に 1 M 水酸化ナトリウム水溶液 (2 mL) および 3-シアノベンゼンスルホニルクロリド (400 mg, 1.98 mmol) を加え、室温で 3 時間攪拌した。反応混合物に水およびジイソプロピルエーテルを注ぎ、析出した結晶をろ取、水およびジイソプロピルエーテルで洗浄し、表題化合物 (360 mg、収率 62%) を結晶として得た。

25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.34–1.90 (4H, m), 2.02–2.16 (2H, m), 3.11–3.25 (2H, m), 3.87–3.92 (1H, m), 5.99 (1H, br s), 6.25 (1H, br s), 7.65 (1H, dd,  $J = 8.4$ , 7.8 Hz), 7.84 (1H, ddd,  $J = 7.8$ , 1.6, 1.4 Hz), 8.04 (1H, ddd,  $J = 8.4$ , 1.6, 1.4 Hz), 8.15 (1H, dd,  $J = 1.6$ , 1.4 Hz)。

## 参考例 1 2 5

2, 3-ジヒドロ-7-メトキシ-2, 2-ジメチル-5-ベンゾフランアセトニトリル

- カリウム *tert*-ブトキシド (11.8 g, 105 mmol) をジメトキシエタン (75 mL) に懸濁して -70 °C 以下に冷やし、トルエン・スルホニルメチルイソシアニド (10.2 g, 52.5 mmol) を加える。-70 °C 以下で 30 分間かき混ぜ、2, 3-ジヒドロ-7-メトキシ-2, 2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサリデヒド (10.4 g, 50 mmol) のジメトキシエタン (25 mL) 溶液を 10 分間で滴下した。-70 °C 以下で 30 分間かき混ぜ、メタノール (75 mL) を加えて室温までゆっくり戻し、さらに 2 時間加熱還流した。反応液を減圧濃縮し、残留物に氷水を加えて酢酸エチルで 2 回抽出した。抽出液を塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物にジエチルエーテルを加えて、析出した結晶をろ過して集め、ジエチルエーテルで洗浄、乾燥して表記化合物 (6.85 g、収率 63%) を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.51 (6H, s), 3.03 (2H, s), 3.67 (2H, s), 3.87 (3H, s), 6.66 (1H, s), 6.74 (1H, s)。

## 15 参考例 1 2 6

2-(2, 3-ジヒドロ-7-メトキシ-2, 2-ジメチル-5-ベンゾフランニル)-2-メチルプロパンニトリル

- 60% 油性水素化ナトリウム (2.92 g, 73 mmol) を *N,N*-ジメチルホルムアミド (75 mL) に懸濁して氷冷下で 2, 3-ジヒドロ-7-メトキシ-2, 2-ジメチル-5-ベンゾフランアセトニトリル (7.95 g, 36.5 mmol) を少しずつ加えた。室温で 30 分間かき混ぜ、再び氷冷下でヨードメタン (13 g, 92 mmol) を 5 分間で滴下した。室温で 3 時間かき混ぜ、反応液を氷水中に注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。抽出液を塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーに付し、ヘキサン/酢酸エチル (5:1) で溶出して目的画分を集めて濃縮して表記化合物 (8.6 g、収率 96%) を得た。

油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.52 (6H, s), 1.71 (6H, s), 3.04 (2H, s), 3.90 (3H, s), 6.82 (1H, s), 6.87 (1H, s)。

## 参考例 1 2 7

2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチルプロパンアミド

- 2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチルプロパンニトリル (8.6 g, 35 mmol) をメタノール (105 mL) に溶かし、氷冷下で 1 M 水酸化ナトリウム水溶液 (52 mL) と 30% 過酸化水素水溶液 (7.94 mL) を加えて室温で 18 時間攪拌した。減圧下メタノールを留去して、残留物を酢酸エチルで 2 回抽出した。抽出液を塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物にジエチルエーテルを加えて結晶化させて表記化合物 (7.73 g, 収率 84%) を得た。

融点 112-113 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.51 (6H, s), 1.56 (6H, s), 3.03 (2H, s), 3.87 (3H, s), 5.30 (1H, br), 5.45 (1H, br), 6.73 (1H, s), 6.81 (1H, s)。

## 参考例 1 2 8

- 15 N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチルプロピル]ベンズアミド

- 窒素ガス気流中で水素化リチウムアルミニウム (0.285 g, 7.5 mmol) のテトラヒドロフラン (15 mL) 懸濁液に 2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチルプロパンアミド (0.791 g, 3 mmol) を加える。室温で 30 分間かき混ぜ、さらに 1 時間加熱還流した。氷冷下で酢酸エチル (15 mL) を加えて 30 分間かき混ぜ、氷水 (15 mL) を加え、セライトを用いて不溶物を除き、ろ液を酢酸エチルで 2 回抽出した。抽出液を塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物をテトラヒドロフラン (10 mL) に溶かし氷冷下でピリジン (0.73 mL, 9 mmol) とベンゾイルクロリド (0.53 mL, 4.5 mmol) を加えて室温で 15 時間かき混ぜた。反応液に酢酸エチル (20 mL) を加えて水と塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーに付し、ヘキサン/酢酸エチル (3:1) で溶出して目的画分を集めて濃縮し表記化合物 (0.572 g, 収率 53%) を

得た。ジエチルエーテル/ヘキサン (1:1) から再結晶した。

融点 109-110 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.38 (6H, s), 1.53 (6H, s), 3.04 (2H, s), 3.61 (2H, d, J=6 Hz), 3.88 (3H, s), 5.80 (1H, br), 6.76 (1H, s), 6.81 (1H, s), 7.3-7.7 (5H, m)。

#### 参考例 1 2 9

3-シアノ-N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチルプロピル]ベンズアミド

- 窒素ガス気流中で水素化リチウムアルミニウム (0.475 g, 12.5 mmol) のテトラヒドロフラン (33 mL) 懸濁液に 2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチルプロパンアミド (1.32 g, 5 mmol) を加える。室温で 30 分間かき混ぜ、さらに 1 時間加熱還流する。氷冷下で酢酸エチル (25 mL) を加えて 30 分間かき混ぜ、氷水 (15 mL) を加え、セライトを用いて不溶物を除き、ろ液を酢酸エチルで 2 回抽出した。抽出液を塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物をテトラヒドロフラン (10 mL) に溶かし、テトラヒドロフラン (10 mL) 中で 3-シアノ安息香酸 (0.883 g, 6 mmol) と N,N'-カルボニルジイミダゾール (0.892 g, 5.5 mmol) とを室温で 30 分間かき混ぜて調製した活性エステル溶液中に加えて室温で 15 時間かき混ぜた。反応液に酢酸エチル (33 mL) を加えて水と塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーに付し、ヘキサン/酢酸エチル (2:1) で溶出して目的画分を集めて濃縮し表記化合物 (0.955 g、収率 50%) を得た。

油状物。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.39 (6H, s), 1.52 (6H, s), 3.06 (2H, s), 3.62 (2H, d, J=6 Hz), 3.88 (3H, s), 5.80 (1H, br), 6.75 (1H, s), 6.81 (1H, s), 7.4-8.0 (4H, m)。

#### 参考例 1 3 0

[[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチルプロ

ピル]アミノ]オキソ酢酸 エチルエステル

- 窒素ガス気流中で水素化リチウムアルミニウム (0.285 g, 7.5 mmol) のテトラヒドロフラン (20 mL) 懸濁液に 2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチルプロパンアミド (0.791 g, 3 mmol) を加える。室温で 30 分間かき混ぜ、さらに 1 時間加熱還流した。氷冷下で酢酸エチル (15 mL) を加えて 30 分間かき混ぜ、氷水 (15 mL) を加え、セライトを用いて不溶物を除き、ろ液を酢酸エチルで 2 回抽出した。抽出液を塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物をテトラヒドロフラン (10 mL) に溶かし氷冷下でピリジン (0.73 mL, 9 mmol) とクロログリオキシル酸エチル (0.615 g, 4.5 mmol) を加えて室温で 15 時間かき混ぜた。反応液に酢酸エチル (20 mL) を加えて水と塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーに付し、ヘキサン/酢酸エチル (2:1) で溶出して目的画分を集めて濃縮し表記化合物 (0.51 g, 収率 49%) を得た。

- 15 油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (3H, t,  $J=7$  Hz), 1.34 (6H, s), 1.52 (6H, s), 3.03 (2H, s), 3.48 (2H, d,  $J=6$  Hz), 3.88 (3H, s), 4.13 (2H, q,  $J=7$  Hz), 6.69 (1H, s), 6.74 (1H, s), 6.92 (1H, br)。

参考例 131

- 20 3-ブromo-N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチルプロピル]ベンズアミド

2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチルプロパンアミド (1.00 g, 3.80 mmol) のテトラヒドロフラン (10 mL) 溶液に氷冷下水素化リチウムアルミニウム (80%) (0.36 g, 7.6 mmol) を加え、1 時間加熱還流した。

- 25 反応混合物を氷冷し、ハイフロスーパーセル (商品名) (1.5 g) を加え、酢酸エチル (1 mL) および水 (0.5 mL) をゆっくり滴下、酢酸エチルを加えて懸濁させた後ろ過、減圧濃縮して 2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチルプロパンアミンを得た。

これをテトラヒドロフラン (8 mL) に溶解し、トリエチルアミン (0.64 mL、4.6 mmol) を加えた。得られた混合物を氷冷し、3-プロモベンゾイルクロリド (0.55 mL、4.2 mmol) を滴下し、同温で 10 分間攪拌した。反応混合物に水を加え、クロロホルムで2回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をクロロホルム-ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物 (1.41 g、収率 86%) を得た。

融点 157-163 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.38 (6H, s), 1.53 (6H, s), 3.06 (2H, s), 3.58 (2H, d,  $J = 5.8$  Hz), 3.89 (3H, s), 5.65-5.80 (1H, m), 6.76 (1H, s), 6.80 (1H, s), 7.21-7.31 (1H, m), 7.51 (1H, dt,  $J = 7.8, 2.5$  Hz), 7.59 (1H, ddd,  $J = 7.8, 2.0, 1.1$  Hz), 7.73 (1H, t,  $J = 1.8$  Hz)。

#### 参考例 1 3 2

(4-ヨードフェニル)カルバミン酸 フェニルメチルエステル

4-ヨードアニリン (4.38 g、20.0 mmol) のテトラヒドロフラン溶液に炭酸ナトリウム (2.65 g、25.0 mmol) の水 (15 mL) 溶液を加え、氷冷下クロロギ酸ベンジル (3.1 mL、22 mmol) を滴下、同温で 15 分間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、活性炭処理、ろ過、減圧濃縮した。残渣をジイソプロピルエーテルから再結晶して表題化合物 (4.71 g、収率 67%) を得た。

融点 132-134 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  5.20 (2H, s), 6.64 (1H, br s), 7.18 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz), 7.33-7.45 (5H, m), 7.60 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz)。

#### 参考例 1 3 3

[4-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)フェニル]カルバミン酸 フェニルメチルエステル

(4-ヨードフェニル)カルバミン酸 フェニルメチルエステル (6.50 g、18.4 mmol) およびトリエチルアミン (7.7 mL、55 mmol) の 1,4-ジオキサン (35 mL) 溶液に [1,1'-ビス(ジフェニルホスフィノ)フェロセン]ジクロロパラジウム(II)ジクロロ

メタン錯体 (150 mg, 0.184 mmol) を加え、4, 4, 5, 5-テトラメチル-1, 3, 2-ジオキサボロラン (5.9 mL, 41 mmol) を滴下した。得られた混合物を窒素雰囲気下、85 °C で 2.5 時間攪拌した。反応混合物を氷冷し、水を加え、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム  
5 シリカゲルを通して乾燥 (酢酸エチルで溶出)、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後 4:1) に供して表題化合物 (5.47 g, 収率 84%) を得た。

油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.33 (12H, s), 5.20 (2H, s), 6.76 (1H, br s), 7.25-7.52 (7H, m), 7.75 (2H, d, J = 8.4 Hz)。  
10

参考例 1 3 4

N-[3'-(1, 2, 3, 4, 8, 9-ヘキサヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)[1, 1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド

参考例 1 0 と同様の方法により N-[3'-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)[1, 1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミドから表題化合物を得た。収率 88%。  
15

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.19 (3H, s), 1.20 (3H, s), 1.25 (3H, s), 1.35 (3H, s), 1.85 (1H, d, J = 15.7 Hz), 2.19 (3H, s), 2.48 (1H, d, J = 15.7 Hz), 2.57 (1H, d, J = 15.6 Hz), 2.83 (1H, d, J = 15.6 Hz), 3.87 (3H, s), 5.00 (1H, s), 6.50 (1H, s), 7.17 (1H, d, J = 7.4 Hz), 7.30-7.60 (8H, m)。  
20

参考例 1 3 5

3'-(1, 2, 3, 4, 8, 9-ヘキサヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)[1, 1'-ビフェニル]-4-アミン

参考例 1 0 と同様の方法により 3'-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)[1, 1'-ビフェニル]-4-アミンから表題化合物を得た。収率 91%。  
25

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.18 (3H, s), 1.20 (3H, s), 1.25 (3H, s), 1.34 (3H, s), 1.87 (1H, d,  $J = 15.4$  Hz), 2.43–2.60 (2H, m), 2.82 (1H, d,  $J = 15.4$  Hz), 3.72 (2H, br s), 3.87 (3H, s), 4.98 (1H, s), 6.49 (1H, s), 6.73 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz), 7.11 (1H, dt,  $J = 7.3, 1.5$  Hz), 7.25–7.47 (5H, m)。

5 参考例 1 3 6

3-シアノ-N-メチルベンズアミド

3-シアノ安息香酸 (2.00 g, 13.6 mmol) のテトラヒドロフラン (10 mL) 溶液を氷冷し、これに N,N'-カルボニルジイミダゾール (2.42 g, 15.0 mmol) を加え、混合物を氷冷下で 30 分間攪拌した。混合物に 40% メチルアミン/メタノール溶液 (2 mL) を加え、さらに 30 分間攪拌した。反応液を減圧濃縮し、残渣に水を加えて酢酸エチルで抽出した。抽出液を 1 M 塩酸、1 M 水酸化ナトリウム水溶液および水で洗浄した後、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから結晶化し、表題化合物 (1.66 g、収率 76%) を得た。

融点 132–133 °C。

15  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  3.04 (3H, d,  $J=4.8$  Hz), 6.33 (1H, br s), 7.58 (1H, t,  $J=7.8$  Hz), 7.78 (1H, d,  $J=7.8$  Hz), 8.00–8.08 (2H, m)。

参考例 1 3 7

2,3-ジヒドロ-6,7-ジメトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン

20 参考例 1 と同様の方法により、4-ヒドロキシ-2,3-ジメトキシベンズアルデヒドから 4-ヒドロキシ-2,3-ジメトキシ-5-(2-メチル-2-プロペニル)ベンズアルデヒドを得た。これを参考例 3 と同様の方法により、2,3-ジヒドロ-6,7-ジメトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフランカルボキサルデヒドとし、参考例 5 と同様の方法により表題化合物に導いた。収率 48%。

25 油状物。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.50 (6H, s), 1.79 (3H, d,  $J = 1.2$  Hz), 1.89 (3H, d,  $J = 1.2$  Hz), 2.97 (2H, s), 3.73 (3H, s), 3.93 (3H, s), 6.22 (1H, s), 6.69 (1H, s)。

参考例 1 3 8



1-(1, 2, 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
ロ[2, 3-h]イソキノリン-2-イル)エタノン

- 1, 2, 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2, 3-h]イソキノリン (503 mg, 1.49 mmol) のテトラヒドロフラン (5 mL) 溶液に  
5 トリエチルアミン (0.23 mL, 1.64 mmol) およびアセチルクロリド (0.12 mL, 1.64  
mmol) を加え、室温で 1 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで  
2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシ  
ウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。析出した結晶をろ取、ジエチルエーテルで洗  
浄し、表題化合物 (380 mg、収率 67%) を得た。

- 10 融点 193-195 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (3H, s), 1.59 (3H, s), 1.61 (3H, s), 1.72 (3H, s), 2.17  
(1H, d,  $J = 14.6$  Hz), 2.54 (1H, d,  $J = 14.6$  Hz), 2.27 (3H, s), 3.12 (2H, s),  
3.88 (3H, s), 5.81 (1H, br s), 6.56 (1H, s), 7.03 (5H, m)。

#### 参考例 139

- 15 フェニル(1, 2, 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェ  
ニルフロ[2, 3-h]イソキノリン-2-イル)メタノン

- 1, 2, 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2, 3-h]イソキノリン (420 mg, 1.24 mmol) のテトラヒドロフラン (5 mL) 溶液に  
トリエチルアミン (0.19 mL, 1.37 mmol) およびアセチルクロリド (0.16 mL, 1.37  
20 mmol) を加え、室温で 3 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで  
2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシ  
ウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。析出した結晶をろ取、ヘキサンで洗浄し、表  
題化合物 (415 mg、収率 76%) を得た。

融点 190-225 °C。

- 25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.42 (3H, s), 1.50 (3H, s), 1.57 (3H, s), 1.75 (3H, s), 2.29  
(1H, d,  $J = 14.5$  Hz), 2.60 (1H, d,  $J = 14.5$  Hz), 2.71 (2H, s), 3.92 (3H, s),  
5.85 (1H, s), 6.65 (1H, s), 7.07 (2H, d,  $J = 8.6$  Hz), 7.23-7.27 (3H, m), 7.36  
(5H, m)。

## 合成例 1

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン

- 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラ  
5   ン (2.09 g, 9.00 mmol) およびベンゾニトリル (1.24 g, 12.0 mmol) の酢酸 (3 mL)  
溶液に 10 °C で濃硫酸 (1.0 mL) を滴下し、室温で 40 分間攪拌した。反応混合物  
を氷水に注ぎ、ジイソプロピルエーテルで洗浄した。水層を濃アンモニア水で中和、  
酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液  
で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲル  
10   カラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 15:1 の後 10:1) に供し、ヘキ  
サンから結晶化させて表題化合物 (1.55 g、収率 51%) を得た。

融点 128-129 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.92  
(3H, s), 6.61 (1H, s), 7.38 (5H, s)。

## 15   合成例 2

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(1-ナフチル)フロ  
[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 と同様の方法により 1-ナフトニトリルを用いて表題化合物を得た。収率  
49%。

## 20   融点 162-164 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.92 (3H, s), 1.17 (3H, s), 1.28 (3H, s), 1.29 (1H, d, J =  
16.3 Hz), 1.46 (3H, s), 1.91 (1H, d, J = 16.3 Hz), 2.78 (1H, d, J = 15.6 Hz),  
2.90 (1H, d, J = 15.6 Hz), 3.93 (3H, s), 6.65 (1H, s), 7.30-7.55 (4H, m),  
7.61-7.68 (1H, m), 7.81-7.91 (2H, m)。

## 25   合成例 3

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキ  
ノリン-1-イル)フェノール

合成例 1 と同様の方法により 4-シアノフェノールを用いて表題化合物を得た。収

率 48%。

融点 236-239 °C (メタノール-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.29 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.26 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.50 (2H, d, J = 8.4 Hz), 6.60 (1H, s), 7.05 (2H, d, J = 8.4 Hz)。

5 合成例 4

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-1-(4-メトキシフェニル)-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 と同様の方法により 4-メトキシベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 49%。

10 融点 151-152 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.28 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.85 (3H, s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 6.91 (2H, d, J = 8.8 Hz), 7.34 (2H, d, J = 8.8 Hz)。

合成例 5

15 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-1-(2-メトキシフェニル)-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 と同様の方法により 2-メトキシベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 51%。

融点 124-125 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.13 (3H, s), 1.27 (3H, s), 1.30 (3H, s), 1.42 (3H, s), 2.07 (1H, d, J = 16.2 Hz), 2.17 (1H, d, J = 16.2 Hz), 2.61 (1H, d, J = 15.6 Hz), 2.83 (1H, d, J = 15.6 Hz), 3.68 (3H, s), 3.91 (3H, s), 6.57 (1H, s), 6.85 (1H, d, J = 8.0 Hz), 7.00 (1H, td, J = 7.5, 1.0 Hz), 7.21-7.28 (1H, m), 7.34 (1H, ddd, J = 8.3, 7.6, 1.9 Hz)。

25 合成例 6

(3,4-ジメトキシフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-1-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 と同様の方法により 3,4-ジメトキシベンゾニトリルを用いて表題化合物

を得た。収率 42%。

融点 121-122 °C (ジイソプロピルエーテル-ヘキサン)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.30 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.89 (3H, s), 3.91 (3H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 6.87 (1H, d, J = 8.1 Hz),  
5 6.93 (1H, d, J = 1.8 Hz), 6.97 (1H, dd, J = 8.1, 1.8 Hz)。

#### 合成例 7

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(フェニルメチル)フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 と同様の方法によりフェニルアセトニトリルを用いて表題化合物を得た。

- 10 収率 16%。

融点 77-79 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.34 (6H, s), 2.65 (2H, s), 3.06 (2H, s), 3.87 (3H, s), 4.01 (2H, s), 6.54 (1H, s), 7.06-7.27 (5H, m)。

#### 合成例 8

- 15 フェニル(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)メタノン

合成例 7 において目的物をろ過した後の母液を減圧濃縮し、残渣を室温で放置後ジイソプロピルエーテル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物を得た。収率 7.8%。

融点 135-137 °C。

- 20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.33 (6H, s), 1.35 (6H, s), 2.66 (2H, s), 2.75 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.42-7.53 (2H, m), 7.56-7.67 (1H, m), 7.96-8.02 (2H, m)。

#### 合成例 9

- 25 1-[1,1'-ビフェニル]-4-イル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 と同様の方法により 4-シアノビフェニルを用いて表題化合物を得た。収率 33%。

非晶質。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.32 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.32-7.52 (5H, m), 7.60-7.69 (4H, m)。

#### 合成例 10

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(4-メチルフェニル)

#### 5 フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 と同様の方法により 4-メチルベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。

収率 51%。

融点 158-161 °C (酢酸エチルーヘキサン)。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.39 (3H, s), 2.67 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.18 (2H, d,  $J = 8.0$  Hz), 7.24-7.32 (2H, m)。

10

#### 合成例 11

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(2-メチルフェニル)

フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

15 合成例 1 と同様の方法により 2-メチルベンゾニトリルを用いて表題化合物の遊離塩基を得た。これをメタノールに溶解し、10% 塩化水素/メタノール溶液を加え、減圧濃縮して表題化合物を得た。収率 54%。

非晶質。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.28 (3H, s), 1.30 (3H, s), 1.52 (3H, s), 1.56 (3H, s), 2.01 (2H, s), 2.21 (3H, s), 2.92 (2H, s), 3.96 (3H, s), 6.68 (1H, s), 7.15-7.48 (4H, m)。

20

#### 合成例 12

1-(4-プロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル

フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

25 合成例 11 と同様の方法により 4-プロモベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 40%。

融点 140-145 °C (酢酸エチル-ジエチルエーテル)。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.43 (6H, s), 2.25 (2H, s), 3.15 (2H, s), 3.94

(3H, s), 7.10 (1H, s), 7.59 (2H, d, J = 8.6 Hz), 7.89 (2H, d, J = 8.6 Hz)。

### 合成例 1 3

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-1-(3-メトキシフェニル)-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン塩酸塩

- 5 合成例 1 1 と同様の方法により 3-メトキシベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 49%。

非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.34 (6H, s), 1.48 (6H, br s), 2.30 (2H, s), 2.86 (2H, br s), 3.91 (3H, s), 3.97 (3H, s), 6.67 (1H, s), 6.99-7.10 (2H, m), 7.21 (1H, br s),  
10 7.35 (1H, t, J = 7.9 Hz)。

### 合成例 1 4

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-1, 3, 3, 8, 8-ペンタメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン

- 2, 3-ジヒドロ-7-メトキシ-2, 2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン  
15 (697 mg, 3.00 mmol) のアセトニトリル (0.9 mL) 溶液に氷冷下濃硫酸 (0.45 mL) を滴下、室温で 22 時間攪拌した。反応混合物を氷に注ぎ、ジイソプロピルエーテルで洗浄した。水層を 2 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和し酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1) に供し、ジイソプロピルエーテル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (431 mg、収率 53%) を得た。

融点 112-113 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.17 (6H, s), 1.53 (6H, s), 2.30 (3H, s), 2.58 (2H, s), 3.27 (2H, s), 3.90 (3H, s), 6.53 (1H, s)。

### 25 合成例 1 5

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-(4-ピリジニル)フロ[2, 3-h]イソキノリン

4-シアノピリジン (312 mg, 3.00 mmol) のトルエン (1.5 mL) 溶液に氷冷下濃硫

酸 (1.2 mL) を滴下した。氷浴を取り除き、2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (697 mg, 3.00 mmol) のトルエン (0.5 mL) 溶液を加え、80 °C で 45 分間攪拌した。反応混合物に氷を加え、水とトルエンで希釈した。有機層を分離し、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 5 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (294 mg、収率 29%) を得た。

融点 173-175 °C。

- 10 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.23 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.35 (2H, d, J = 6.0 Hz), 8.67 (2H, d, J = 6.0 Hz)。

#### 合成例 1 6

1-(2-フルオロフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ [2,3-h] イソキノリン塩酸塩

- 15 合成例 1 5 と同様の方法により 2-フルオロベンゾニトリルを用いて表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、0.8 M 塩化水素/メタノール溶液を加え、減圧濃縮して表題化合物を得た。収率 50%。

非晶質。

- 20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.33 (3H, s), 1.38 (3H, s), 1.61 (3H, s), 1.81 (3H, s), 2.20 (1H, d, J = 17.0 Hz), 2.32-2.45 (1H, m), 2.95 (1H, d, J = 16.2 Hz), 3.18 (1H, d, J = 16.2 Hz), 4.02 (3H, s), 6.74 (1H, s), 7.15-7.28 (1H, m), 7.41 (1H, t, J = 7.7 Hz), 7.59-7.76 (2H, m)。

#### 合成例 1 7

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(3-ピリジニル)フロ [2,3-h] イソキノリン

- 25 3-シアノピリジン (312 mg, 3.00 mmol) のトルエン (1 mL) および酢酸 (1 mL) 溶液に氷冷下濃硫酸 (0.60 mL)、次いで 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (697 mg, 3.00 mmol) のトルエン (0.5

mL) 溶液を加え、80 °Cで 1 時間攪拌した。反応混合物を氷水に注ぎ、ジイソプロ  
ピルエーテルで洗浄、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。  
合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で  
乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘ  
5 キサン/酢酸エチル 5:1) に供し、ジイソプロピルエーテル-ヘキサンから結晶化  
させて表題化合物 (301 mg、収率 30%) を得た。

融点 113-114 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93  
(3H, s), 6.63 (1H, s), 7.34 (1H, ddd, J = 7.7, 4.9, 0.8 Hz), 7.75 (1H, dt,  
10 J = 7.7, 1.9 Hz), 8.63 (1H, d, J = 0.8 Hz), 8.65 (1H, dd, J = 4.9, 1.9 Hz)。

#### 合成例 18

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(2-ピリジニル)フロ  
[2,3-h]イソキノリン

合成例 17 と同様の方法により 2-シアノピリジンを用いて表題化合物を得た。収  
15 率 27%。

融点 146-147 °C (ジイソプロピルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.15 (2H, s), 2.73 (2H, s), 3.91  
(3H, s), 6.60 (1H, s), 7.33 (1H, ddd, J = 7.6, 4.9, 1.4 Hz), 7.56-7.63 (1H,  
m), 7.99 (1H, td, J = 7.6, 1.8 Hz), 8.63 (1H, ddd, J = 4.9, 1.8, 1.0 Hz)。

#### 20 合成例 19

1-(4-フルオロフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチ  
ルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 17 と同様の方法により 4-フルオロベンゾニトリルを用いて表題化合物を  
得た。収率 44%。

25 融点 131-132 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.22 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.92  
(3H, s), 6.61 (1H, s), 7.08 (2H, t, J = 8.8 Hz), 7.39 (2H, dd, J = 8.8, 5.4  
Hz)。



## 合成例 20

1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 17 と同様の方法により 3-ブロモベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 51%。

融点 108-109 °C (ヘキサン)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.34 (6H, s), 2.24 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.25 (1H, t,  $J = 7.6$  Hz), 7.34 (1H, dt,  $J = 7.6, 1.6$  Hz), 7.52 (1H, dt,  $J = 7.6, 1.6$  Hz), 7.57 (1H, t,  $J = 1.6$  Hz)。

## 10 合成例 21

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンスルホンアミド

合成例 17 と同様の方法により 4-シアノベンゼンスルホンアミドを用いて表題化合物を得た。収率 55%。

## 15 融点 153-168 °C (分解) (酢酸エチル-ヘキサン)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.15 (6H, s), 1.22 (6H, s), 2.22 (2H, s), 2.65 (2H, s), 3.82 (3H, s), 6.83 (1H, s), 7.54 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz), 7.86 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz)。

## 合成例 22

6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン

## 20

合成例 17 と同様の方法により 7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフランおよびベンゾニトリルから表題化合物を得た。収率 65%。

ガム状。

25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.30 (6H, s), 1.46 (3H, t,  $J = 7.0$  Hz), 2.17 (2H, s), 2.67 (2H, s), 4.18 (2H, q,  $J = 7.0$  Hz), 6.60 (1H, s), 7.38 (5H, s)。

## 合成例 23

6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-1-(4-メトキシフェニル)-3,3,8,8-テトラメチ

## ルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 17 と同様の方法により 7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフランおよび 4-メトキシベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 55%。

5 融点 140-142 °C (ヘキサン)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.22 (6H, s), 1.32 (6H, s), 1.46 (3H, t,  $J = 7.0$  Hz), 2.26 (2H, s), 2.65 (2H, s), 3.84 (3H, s), 4.18 (2H, q,  $J = 7.0$  Hz), 6.59 (1H, s), 6.90 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz), 7.34 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz)。

## 合成例 24

10 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸 メチルエステル

3-シアノ安息香酸メチル (2.42 g, 15.0 mmol) のトルエン (15 mL) および酢酸 (8 mL) 溶液に氷冷下濃硫酸 (1.8 mL)、次いで 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (3.49 g, 15.0 mmol) のトルエン (15

15 mL) 溶液を加え、80 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物を氷冷し、酢酸ナトリウム (6.69 g, 81.6 mmol) を含む水溶液を加えたあと、濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水洗、1 M 塩酸で 3 回抽出した。合わせた水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (2.18 g、収率 37%) を得た。

融点 137-138 °C。

25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.16 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.92 (3H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.48 (1H, t,  $J = 7.8$  Hz), 7.62 (1H, dt,  $J = 7.8, 1.5$  Hz), 8.05-8.12 (2H, m)。

## 合成例 25

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノ

## ノリン-1-イル)安息香酸 メチルエステル

合成例 2 4 と同様の方法により 4-シアノ安息香酸メチルを用いて表題化合物を得た。収率 48%。

融点 150-152 °C (ジイソプロピルエーテル-ヘキサン)。

- 5 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.92 (3H, s), 3.95 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.48 (2H, d, J = 8.6 Hz), 8.07 (2H, d, J = 8.6 Hz)。

## 合成例 2 6

4-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキ

- 10 ノリン-1-イル)安息香酸 メチルエステル

合成例 2 4 と同様の方法により 7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフランおよび 4-シアノ安息香酸メチルから表題化合物を得た。収率 43%。

融点 81-85 °C (ヘキサン)。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.30 (6H, s), 1.46 (3H, t, J = 7.0 Hz), 2.15 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.95 (3H, s), 4.18 (2H, q, J = 7.0 Hz), 6.61 (1H, s), 7.48 (2H, d, J = 8.3 Hz), 8.07 (2H, d, J = 8.3 Hz)。

## 合成例 2 7

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキ

- 20 ノリン-1-イル)ベンゼンアミン

- N-(4-シアノフェニル)-2,2,2-トリフルオロアセトアミド (6.43 g, 30.0 mmol) のトルエン (30 mL) および酢酸 (15 mL) 懸濁液に氷冷下濃硫酸 (3.6 mL)、次いで 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (10.5 g, 45.2 mmol) のトルエン (20 mL) 溶液を加え、80 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物を氷冷し、水と少量のメタノールを加え、有機層を分離、水層をジイソプロピルエーテルで洗浄、濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水洗、減圧濃縮した。残渣をエタノール (30 mL) に溶解し、2 M 水酸化ナトリウム水溶液 (15 mL, 30 mmol) を加え、40 分間加熱還流した。反応

混合物を減圧濃縮し、残渣に水を加え、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 1:1）に供し、エタノール-ジイソプロピルエーテルから再結晶して表題

5 化合物（6.32 g、収率 60%）を得た。

融点 192-195 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.21 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.36 (2H, s), 2.65 (2H, s), 3.45-3.95 (2H, br), 3.91 (3H, s), 6.59 (1H, s), 6.68 (2H, d,  $J = 8.5$  Hz), 7.21 (2H, d,  $J = 8.5$  Hz)。

#### 10 合成例 28

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン

3-アミノベンゾニトリル（9.48 g, 80.2 mmol）のトルエン（100 mL）および酢酸（80 mL）溶液を氷冷し、濃硫酸（16 mL）を滴下、次いで 1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル-1-プロパノール（22.1 g, 88.3 mmol）を少しずつ加えた。得られた混合物を 85 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物にエタノール（160 mL）を滴下し、同温で 45 分間攪拌した。得られた混合物を冷却し、水を加え水層を分離、有機層を水で抽出した。合わせた水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水洗した後、10% 酢酸水溶液で2回抽出した。合わせた水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水で2回洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 4:1 の後 1:1）に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物（12.7 g、収率 45%）を得た。

融点 131-134 °C。

15  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, br s), 1.33 (6H, s), 2.33 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.69 (2H, br s), 3.91 (3H, s), 6.59 (1H, s), 6.66-6.77 (3H, m), 7.09-7.19 (1H, m)。

（別途合成法）

- 酢酸 1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル-1-プロピルエステル (907 mg, 3.10 mmol) および 3-アミノベンゾニトリル (440 mg, 3.72 mmol) のトルエン (5 mL) 溶液を 85 °C に加熱し、濃硫酸 (0.56 mL) の酢酸 (3 mL) 溶液を滴下、同温で 1.5 時間攪拌した。反応混合物にエタノール (6 mL) を滴下し、同温で 1 時間攪拌した。得られた混合物を氷冷し、水を加え水層を分離、有機層を水で抽出した。合わせた水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水洗した後、10% 酢酸水溶液で 2 回抽出した。合わせた水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣をジエチルエーテル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (373 mg、収率 34%) を得た。

#### 合成例 29

- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン二塩酸塩
- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (351 mg, 1.00 mmol) を酢酸エチル (10 mL) に溶解し、0.8 M 塩化水素/メタノール (3 mL) を加え、減圧濃縮した。残渣をエタノール-ジイソプロピルエーテルから再結晶して表題化合物 (401 mg、収率 95%) を得た。

融点 176-180 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.26 (6H, br s), 1.43 (6H, s), 2.23-2.38 (2H, m), 3.15 (2H, br s), 3.94 (3H, s), 6.80-7.22 (3H, m), 7.09 (1H, s), 7.30-7.48 (1H, m)。

#### 合成例 30

- N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド
- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (351 mg, 1.00 mmol) およびトリエチルアミン (0.17 mL, 1.2 mmol) のテトラヒドロフラン (3 mL) 溶液に氷冷下アセチルクロリド (78 μL, 1.1 mmol) を滴下し、同温で 10 分間攪拌した。反応混合物に水およ

び飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。得られた結晶をジイソプロピルエーテルで洗浄して表題化合物 (305 mg、収率 78%) を得た。

5 融点 246-247 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.13 (6H, s), 1.21 (6H, s), 2.02 (3H, s), 2.28 (2H, s), 2.62 (2H, s), 3.81 (3H, s), 6.80 (1H, s), 6.96-7.04 (1H, m), 7.31 (1H, t, J = 7.9 Hz), 7.55-7.67 (2H, m), 9.99 (1H, br s)。

合成例 3 1

10 2,2,2-トリフルオロ-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド

合成例 3 0 と同様の方法により無水トリフルオロ酢酸を用いて表題化合物を得た。収率 86%。

融点 241-242 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

15 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.14 (6H, s), 1.21 (6H, s), 2.28 (2H, s), 2.63 (2H, s), 3.82 (3H, s), 6.82 (1H, s), 7.17-7.25 (1H, m), 7.45 (1H, t, J = 7.7 Hz), 7.65-7.78 (2H, m), 11.31 (1H, br s)。

合成例 3 2

20 N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]メタンスルホンアミド

合成例 3 0 と同様の方法により 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミンおよびメタンスルホンクロリドから表題化合物を得た。収率 58%。

融点 245-247 °C (エタノール)。

25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, br s), 1.33 (6H, s), 2.24 (2H, s), 2.71 (2H, s), 2.88 (3H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.15 (1H, dt, J = 6.3, 1.9 Hz), 7.19-7.23 (1H, m), 7.26-7.40 (2H, m)。

合成例 3 3

2, 2, 2-トリフルオロ-N-[4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド

合成例 30 と同様の方法により 4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミンと無水トリフルオ

5 口酢酸から表題化合物を得た。収率 89%。

融点 117-123 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.23 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.39 (2H, d, J = 8.6 Hz), 7.56 (2H, d, J = 8.6 Hz), 8.30-8.60 (1H, br)。

10 合成例 34

N-[4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド

合成例 30 と同様の方法により 4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミンとアセチルクロリ

15 ドから表題化合物を得た。収率 90%。

融点 119-123 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.19 (3H, s), 2.27 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.35 (2H, d, J = 8.5 Hz), 7.44 (1H, br s), 7.54 (2H, d, J = 8.5 Hz)。

20 合成例 35

3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニルカルバミド酸 フェニルエステル

合成例 30 と同様の方法によりクロロギ酸フェニルを用いて表題化合物を得た。収率 88%。

25 融点 155-164 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 2.30 (2H, s), 2.69 (2H, br s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.05-7.11 (1H, m), 7.13-7.57 (9H, m)。

合成例 36

N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]ベンズアミド

合成例 30 と同様の方法によりベンゾイルクロリドを用いて表題化合物を得た。収率 93%。

5 融点 124-130, 174-176 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.21 (6H, br s), 1.33 (6H, s), 2.35 (2H, s), 2.65 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.12 (1H, dt, J = 7.8, 1.3 Hz), 7.38 (1H, t, J = 7.8 Hz), 7.41-7.60 (4H, m), 7.82-7.98 (3H, m), 8.26 (1H, br s)。

合成例 37

10 2-クロロ-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド

合成例 30 と同様の方法によりクロロアセチルクロリドを用いて表題化合物を得た。収率 86%。

融点 205-207 °C (酢酸エチル-ジエチルエーテル)。

15 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 2.28 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.18 (2H, s), 6.61 (1H, s), 7.12-7.19 (1H, m), 7.37 (1H, t, J = 7.9 Hz), 7.46 (1H, t, J = 1.7 Hz), 7.73-7.80 (1H, m), 8.37 (1H, br s)。

合成例 38

20 2-(メチルチオ)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド

2-クロロ-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド (2.20 g, 5.15 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (15 mL) 懸濁液に 15% メチルメルカプタンナトリウム塩水溶液 (3.1 g, 6.6 mmol) をゆっくり滴下し、60 °C で 40 分間攪拌した。反応  
25 混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (1.92 g, 収率 85%) を得た。

融点 139-141 °C。



<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 2.19 (3H, s), 2.29 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.34 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.12 (1H, dt, J = 7.9, 1.1 Hz), 7.36 (1H, t, J = 7.9 Hz), 7.44 (1H, t, J = 2.0 Hz), 7.84 (1H, ddd, J = 7.9, 2.0, 1.1 Hz), 8.81 (1H, br s)。

#### 5 合成例 3 9

2-(メチルスルフィニル)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド

- 2-(メチルチオ)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド (1.37 g, 3.12 mmol) の  
 10 メタノール (15 mL) 懸濁液にメタ過ヨウ素酸ナトリウム (1.67 g, 7.81 mmol) の水 (10 mL) 溶液をゆっくり滴下、室温で 15 分間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィ (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後酢酸エチル/メタノール 10:1) に供し、酢  
 15 酸エチル-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (1.02 g, 収率 72%) を得た。

融点 198-201 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 2.28 (2H, s), 2.68 (2H, s), 2.76 (3H, s), 3.38 (1H, d, J = 14.6 Hz), 3.87 (1H, d, J = 14.6 Hz), 3.92 (3H, s),  
 20 s), 6.60 (1H, s), 7.12 (1H, dt, J = 7.8, 1.3 Hz), 7.33 (1H, t, J = 7.8 Hz), 7.48-7.53 (1H, m), 7.66-7.75 (1H, m), 9.21 (1H, br s)。

#### 合成例 4 0

2-(メチルスルホニル)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド

- 2-(メチルチオ)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド (877 mg, 2.00 mmol) の  
 25 メタノール (15 mL) 懸濁液にメタ過ヨウ素酸ナトリウム (1.43 g, 6.69 mmol) の水 (10 mL) 溶液を滴下、24 時間加熱還流した。反応混合物に水および飽和炭酸水

素ナトリウム水溶液を加え、クロロホルムで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 1:1、1:3、の後 1:20）に供し、結晶を酢酸エチル-ジエチルエーテル混合物で洗  
5 浄して表題化合物（239 mg、収率 25%）を得た。

融点 135-140 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.14 (6H, s), 1.22 (6H, s), 2.29 (2H, s), 2.63 (2H, s), 3.16 (3H, s), 3.81 (3H, s), 4.27 (2H, s), 6.81 (1H, s), 7.10 (1H, d, J = 7.7 Hz), 7.38 (1H, t, J = 7.7 Hz), 7.59 (1H, d, J = 7.7 Hz), 7.66 (1H, s), 10.54 (1H, br s)。  
10

#### 合成例 4 1

3-(メチルチオ)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]プロパンアミド

合成例 3 0 と同様の方法により 3-メチルチオプロピオニルクロリドを用いて表題  
15 化合物を得た。収率 99%。

融点 195-197 °C（酢酸エチル-ジエチルエーテル）。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 2.16 (3H, s), 2.29 (2H, s), 2.61 (2H, t, J = 7.0 Hz), 2.68 (2H, br s), 2.86 (2H, t, J = 7.0 Hz), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.07 (1H, d, J = 7.4 Hz), 7.25-7.37 (1H, m), 7.42 (1H, s),  
20 7.72 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.97 (1H, br s)。

#### 合成例 4 2

3-(メチルスルフィニル)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]プロパンアミド

合成例 3 9 と同様の方法により 3-(メチルチオ)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]プロ  
25 パンアミドから表題化合物を得た。収率 83%。

融点 178-179 °C（酢酸エチル-ジエチルエーテル）。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, br s), 1.31 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.65 (3H, s),

2.67 (2H, br s), 2.87-3.03 (3H, m), 3.15-3.34 (1H, m), 3.92 (3H, s), 6.59 (1H, s), 7.03 (1H, d,  $J = 7.2$  Hz), 7.21-7.32 (1H, m), 7.43 (1H, s), 7.72 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz), 9.27 (1H, br s)。

#### 合成例 4 3

- 5 N-[4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]メタンスルホンアミド

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (1.05 g, 3.00 mmol) のピリジン (7 mL) 溶液に、氷冷下メタンスルホニルクロリド (0.50 mL, 6.5 mmol) を滴下し、同温で 1 時間、  
10 室温で 80 分間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をトルエンに懸濁し、減圧濃縮した後、エタノール-ジエチルエーテルから再結晶して表題化合物 (500 mg、収率 39%) を得た。

- 15 融点 235-237 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.24 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.00 (3H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.21 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz), 7.38 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz)。

#### 合成例 4 4

- 20 N-(メチルスルホニル)-N-[4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]メタンスルホンアミド  
N-[4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]メタンスルホンアミド (564 mg, 1.32 mmol) およびトリエチルアミン (0.55 mL, 3.9 mmol) のテトラヒドロフラン (6 mL) 懸濁液にメ  
25 タンスルホニルクロリド (0.20 mL, 2.6 mmol) を滴下し、70 °C で 30 分間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1 の後 1:1) に供し、酢

酸エチルージエチルエーテルから再結晶して表題化合物 (454 mg、収率 68%) を得た。

融点 223-225 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.14 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.41  
5 (6H, s), 3.92 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.39 (2H, d, J = 8.6 Hz), 7.50 (2H, d, J = 8.6 Hz)。

#### 合成例 4 5

N-(メチルスルホニル)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラ  
メチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]メタンスルホンアミド

10 合成例 4 4 と同様の方法により 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-  
テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミンから表題化合物を  
得た。収率 63%。

融点 192-195 °C (アセトン-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 2.05-2.55 (2H, m), 2.70 (2H,  
15 br s), 3.41 (6H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.29 (1H, t, J = 1.7 Hz),  
7.38 (1H, dt, J = 7.5, 1.7 Hz), 7.53 (1H, t, J = 7.5 Hz), 7.61 (1H, dt, J =  
7.5, 1.7 Hz)。

#### 合成例 4 6

N-[4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソ  
20 キノリン-1-イル)フェニル]-3-ピリジンカルボキサミド

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキ  
ノリン-1-イル)ベンゼンアミン (701 mg, 2.00 mmol) および 4-ジメチルアミノピ  
リジン (611 mg, 5.00 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) 溶液にニコ  
チノイルクロリド塩酸塩 (712 mg, 4.00 mmol) を加え、室温で 20 分間攪拌した。

15 反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽  
出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲル  
カラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後 1:3) に供し、酢酸エ  
チル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (181 mg、収率 20%) を得た。

融点 130-137 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.31 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.38-7.51 (1H, m), 7.42 (2H, d, J = 8.6 Hz), 7.70 (2H, d, J = 8.6 Hz), 8.21 (1H, br s), 8.25 (1H, dt, J = 8.0, 2.0 Hz), 8.79 (1H, dd, J = 4.8, 1.4 Hz), 9.14 (1H, dd, J = 2.6, 0.8 Hz)。

#### 合成例 4 7

N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-4-ピリジンカルボキサミド

合成例 4 6 と同様の方法により 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミンとイソニコチノイルクロリド塩酸塩から表題化合物を得た。収率 83%。

融点 233-236 °C (酢酸エチル-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.17 (6H, br s), 1.33 (6H, s), 2.33 (2H, s), 2.60 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.59 (1H, s), 7.13 (1H, d, J = 7.7 Hz), 7.36 (1H, t, J = 7.7 Hz), 7.51-7.56 (1H, m), 7.71 (2H, d, J = 6.1 Hz), 7.86-7.93 (1H, m), 8.76 (2H, d, J = 6.1 Hz), 8.98 (1H, br s)。

#### 合成例 4 8

N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-ピリジンカルボキサミド

合成例 4 6 と同様の方法により 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミンとピコリノイルクロリド塩酸塩から表題化合物を得た。収率 86%。

融点 179-183 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 2.32 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.15 (1H, d, J = 7.8 Hz), 7.41 (1H, t, J = 8.1 Hz), 7.44 (1H, m), 7.71 (1H, t, J = 1.8 Hz), 7.86-7.96 (1H, m), 7.97-8.04 (1H, m), 8.26-8.32 (1H, m), 8.60 (1H, dt, J = 4.7, 0.7 Hz), 10.12 (1H, br s)。

#### 合成例 4 9

N-[4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-4-ピリジンカルボキサミド

合成例 46 と同様の方法によりイソニコチノイルクロリド塩酸塩を用いて表題化合物を得た。収率 90%。

- 5 融点 159-163 °C (酢酸エチル-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.30 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.42 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.69 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.75 (2H, d, J = 6.2 Hz), 8.21 (1H, br s), 8.81 (2H, d, J = 6.2 Hz)。

合成例 50

- 10 N-[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-3-ピリジンカルボキサミド

3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (701 mg, 2.00 mmol) のテトラヒドロフラン (4 mL) 溶液に炭酸ナトリウム (466 mg, 4.40 mmol) の水 (4 mL) 溶液を加え、氷冷

- 15 下、ニコチノイルクロリド塩酸塩 (392 mg, 2.20 mmol) を加え、室温で 20 分間攪拌した。これに炭酸ナトリウム (466 mg, 4.40 mmol) の水 (2 mL) 溶液およびニコチノイルクロリド塩酸塩 (392 mg, 2.20 mmol) を追加し、室温で 15 分間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (783 mg、収率 86%) を得た。

融点 213-219 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.16 (6H, br s), 1.33 (6H, s), 2.34 (2H, s), 2.60 (2H, br s), 3.92 (3H, s), 6.58 (1H, s), 7.09-7.18 (1H, m), 7.30-7.46 (2H, m), 7.52-7.58 (1H, m), 7.88-7.97 (1H, m), 8.19 (1H, dt, J = 7.9, 1.9 Hz), 8.75 (1H, dd, J = 5.0, 1.6 Hz), 8.88-9.10 (1H, m), 9.08 (1H, d, J = 1.6 Hz)。

合成例 51

N-(3-ピリジンカルボニル)-N-[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テ

トラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]グリシン メチルエステル  
 N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソ  
 キノリン-1-イル)フェニル]-3-ピリジンカルボキサミド (1.37 g, 3.01 mmol) の  
 N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) 溶液に氷冷下水素化ナトリウム (66% 油分散  
 5 物) (0.22 g, 6.1 mmol) を加え、室温で 10 分間攪拌した。これにブromo酢酸メ  
 チル (0.62 mL, 6.5 mmol) を加え、室温で 30 分間攪拌した。反応混合物を飽和  
 塩化アンモニウム水溶液に注ぎ、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水  
 および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃  
 縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチ  
 10 ル 2:1、1:1 の後 1:2) に供し、表題化合物 (1.12 g、収率 71%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, br s), 1.36 (6H, s), 2.09 (2H, br s), 2.67 (2H, br  
 s), 3.79 (3H, s), 3.92 (3H, s), 4.66 (2H, br s), 6.00 (1H, s), 7.10-7.30 (4H,  
 m), 7.36 (1H, br s), 7.82 (1H, dt, J = 8.0, 2.0 Hz), 8.49 (1H, dd, J = 4.9,  
 15 1.7 Hz), 8.55 (1H, d, J = 2.0 Hz)。

#### 合成例 5 2

N-メチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
 [2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-3-ピリジンカルボキサミド

合成例 5 1 と同様の方法によりヨードメタンを用いて表題化合物を得た。収率 69%。

20 融点 151-153 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, br s), 1.36 (6H, s), 2.08 (2H, br s), 2.67 (2H, br  
 s), 3.54 (3H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 6.99-7.07 (1H, m), 7.13-7.37  
 (4H, m), 7.76 (1H, dt, J = 7.9, 1.8 Hz), 8.47 (1H, dd, J = 4.9, 1.8 Hz), 8.50-8.54  
 (1H, m)。

#### 15 合成例 5 3

N-(3-ピリジニルメチル)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テト  
 ラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]ベンズアミド

合成例 5 1 と同様の方法により N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ

-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]ベンズアミド  
および 3-クロロメチルピリジンから表題化合物を得た。収率 95%。

融点 98-104 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, br s), 1.30 (6H, s), 2.02 (2H, s), 2.65 (2H, s),  
5 3.91 (3H, s), 5.17 (2H, br s), 6.60 (1H, s), 6.81 (1H, dt, J = 6.4, 2.5 Hz),  
7.05-7.32 (7H, m), 7.37-7.45 (2H, m), 7.77 (1H, dt, J = 7.9, 1.9 Hz), 8.52  
(1H, dd, J = 4.7, 1.9 Hz), 8.59 (1H, d, J = 1.8 Hz)。

#### 合成例 5 4

N-(3-ピリジニルメチル)-3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラ  
10 メチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン三塩酸塩

N-(3-ピリジニルメチル)-N-[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラ  
メチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]ベンズアミド (1.05 g, 1.92  
mmol) のメタノール (5 mL) 溶液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (1.9 mL, 9.5  
mmol) を加え、8 時間加熱還流した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽  
15 出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリ  
ウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮して表題化合物の遊離塩基を得た。これをメタノー  
ル (5 mL) に溶解し、0.8 M 塩化水素/メタノール溶液 (10 mL) を加え、減圧濃縮  
した。残渣をエタノール-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (826 mg、  
収率 78%) を得た。

20 融点 156-159 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.43 (6H, s), 2.25 (2H, s), 3.14 (2H, s), 3.93  
(3H, s), 4.62 (2H, s), 6.71-6.79 (1H, m), 6.84 (1H, s), 6.98 (1H, dd, J = 8.4,  
1.4 Hz), 7.09 (1H, s), 7.33 (1H, t, J = 7.9 Hz), 8.07 (1H, dd, J = 8.0, 5.5  
Hz), 8.60 (1H, d, J = 8.4 Hz), 8.86 (1H, d, J = 5.5 Hz), 8.91 (1H, s)。

#### 25 合成例 5 5

N-(メチルスルホニル)-N-[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラ  
メチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]グリシン メチルエステル

合成例 5 1 と同様の方法により N-[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ



-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]メタンスルホンアミドから表題化合物を合成した。収率 98%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 2.23 (2H, br s), 2.70 (2H, br s), 3.16 (3H, s), 3.75 (3H, s), 3.92 (3H, s), 4.51 (2H, br s), 6.61 (1H, s), 7.39-7.58 (4H, m)。

#### 合成例 5 6

N-[(ジメチルアミノ)メチレン]-3-[(メチルスルホニル)[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]プロパンスルホンアミド

3-クロロ-1-プロパンスルホンアミド (788 mg, 5.00 mmol) のトルエン (10 mL) 懸濁液に N,N-ジメチルホルムアミドジメチルアセタール (0.73 mL, 5.5 mmol) を加え、60 °C で 30 分間攪拌した。反応混合物を減圧濃縮して 3-クロロ-N-[(ジメチルアミノ)メチレン]-1-プロパンスルホンアミドを含む混合物 (1.15 g) を得た。

N-[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]メタンスルホンアミド (757 mg, 1.77 mmol) およびヨウ化ナトリウム (69 mg, 0.46 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (4 mL) 溶液に水素化ナトリウム (66% 油分散物) (77 mg, 2.1 mmol) を加え、室温で 15 分間攪拌した。これに、先に得られた 3-クロロ-N-[(ジメチルアミノ)メチレン]-1-プロパンスルホンアミドを含む混合物 (528 mg) の N,N-ジメチルホルムアミド (0.5 mL) 溶液を加え、60 °C で 19 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 3 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチルの後酢酸エチル/メタノール 10:1) に供し、表題化合物 (879 mg, 収率 82%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 1.91-2.08 (2H, m), 2.23 (2H, s), 2.70 (2H, s), 2.92 (3H, s), 3.02-3.13 (2H, m), 3.03 (3H, s), 3.13 (3H,

s), 3.82 (2H, t, J = 6.9 Hz), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.27-7.52 (4H, m), 8.00 (1H, s)。

#### 合成例 5 7

3-[(メチルスルホニル)[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメ  
5 チルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]プロパンスルホンアミド  
塩酸塩

N-[(ジメチルアミノ)メチレン]-3-[(メチルスルホニル)[3-(3,4,8,9-テトラヒド  
ロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニ  
ル]アミノ]プロパンスルホンアミド (625 mg, 1.03 mmol) を 2 M 塩酸 (2 mL) に  
10 溶解し、30 分間加熱還流した。反応混合物に炭酸水素ナトリウムを加えて中和し、  
水で希釈、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリ  
ウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮して表題化合物の遊  
離塩基を得た。これをメタノール (2 mL) に溶解し、0.8 M 塩化水素/メタノール  
溶液 (2 mL) を加え、減圧濃縮して表題化合物 (582 mg, 収率 96%) を得た。

15 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.20 (3H, s), 1.23 (3H, s), 1.45 (3H, s), 1.48 (3H, s),  
1.70-1.90 (2H, m), 2.05 (1H, d, J = 16.6 Hz), 2.31 (1H, d, J = 16.6 Hz),  
2.95-3.20 (2H, m), 3.11 (3H, s), 3.18 (2H, br s), 3.81 (2H, t, J = 6.1 Hz),  
3.94 (3H, s), 6.84 (2H, br s), 7.10 (1H, s), 7.50-7.82 (4H, m), 12.80-12.95  
20 (1H, br)。

#### 合成例 5 8

2-[(メチルスルホニル)[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメ  
チルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]アセトアミド  
N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソ  
25 キノリン-1-イル)フェニル]メタンスルホンアミド (643 mg, 1.50 mmol) のテトラ  
ヒドロフラン (5 mL) 溶液にカリウム tert-ブトキシド (90%) (225 mg, 1.8 mmol)  
を加え、室温で 5 分間攪拌した。得られた混合物に 2-ブロモアセトアミド (290 mg,  
2.10 mmol) を加え、60 °C で 1 時間攪拌した。これに室温でカリウム tert-ブト

キシド (90%) (56 mg, 0.45 mmol) および 2-プロモアセトアミド (62 mg, 0.45 mmol) を追加し、60 °C で 30 分間攪拌した。反応混合物を氷冷し、水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル) に供し、酢酸エチル-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (469 mg、収率 64%) を得た。

融点 190-191 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 2.26 (2H, br s), 2.70 (2H, s), 3.09 (3H, s), 3.92 (3H, s), 4.32 (2H, s), 5.36-5.58 (1H, br), 6.08-6.28 (1H, br), 6.61 (1H, s), 7.38-7.56 (4H, m)。

#### 合成例 59

2-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]カルボニル]安息香酸

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (526 mg, 1.50 mmol) のテトラヒドロフラン (3 mL) 溶液に無水フタル酸 (222 mg, 1.50 mmol) のテトラヒドロフラン (2 mL) 溶液を加え、室温で 15 分間攪拌した。反応混合物にジイソプロピルエーテルを加え、結晶をろ取、エタノール-酢酸エチルから再結晶して表題化合物 (630 mg、収率 84%) を得た。

融点 194-197 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.15 (6H, s), 1.24 (6H, s), 2.35 (2H, br s), 2.66 (2H, br s), 3.82 (3H, s), 6.82 (1H, s), 7.08 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.37 (1H, t, J = 7.7 Hz), 7.50-7.65 (3H, m), 7.67 (1H, d, J = 7.8 Hz), 7.81 (1H, s), 7.83-7.90 (1H, m), 10.46 (1H, br s)。

#### 合成例 60

2-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノ

- ノリン-1-イル)ベンゼンアミン (491 mg, 1.40 mmol) および無水フタル酸 (208 mg, 1.40 mmol) のキシレン (3 mL) 混合物を 10 分間加熱還流した。反応混合物を酢酸エチルに溶解し、水、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液、および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後 1:2) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (439 mg、収率 65%) を得た。

融点 162-168 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.37 (6H, s), 2.10-2.80 (2H, br), 2.68 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.44-7.61 (4H, m), 7.73-7.84 (2H, m), 7.88-7.99 (2H, m)。

#### 合成例 6 1

- 6-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-5H-ピロロ[3,4-b]ピリジン-5,7(6H)-ジオン
- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (701 mg, 2.00 mmol) および 2,3-ピリジンジカルボン酸無水物 (298 mg, 2.00 mmol) のテトラヒドロフラン (4 mL) 混合物を室温で 15 分間攪拌した。反応混合物にジエチルエーテルを加え、結晶をろ取した。これを無水酢酸 (4 mL) に懸濁し、100 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物を減圧濃縮し、残渣に酢酸エチルと飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、激しく攪拌し、水で希釈した後有機層を分離、水層を酢酸エチルで抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:3) に供し、表題化合物 (724 mg, 75%) を得た。

非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.38 (6H, s), 2.25-2.60 (2H, br), 2.69 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.46-7.60 (4H, m), 7.70 (1H, dd, J = 7.7, 4.8 Hz), 8.26 (1H, dd, J = 7.7, 1.5 Hz), 9.05 (1H, dd, J = 4.8, 1.5 Hz)。

#### 合成例 6 2

2-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-1H-ピロロ[3,4-c]ピリジン-1,3(2H)-ジオン

合成例 6 1 と同様の方法により 3,4-ピリジンジカルボン酸無水物を用いて表題化合物を得た。収率 77%。

- 5 融点 123-129 °C (分解) (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.38 (6H, s), 2.15-2.70 (2H, br), 2.69 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.42-7.63 (4H, m), 7.84 (1H, dd, J = 4.8, 0.8 Hz), 9.14 (1H, d, J = 4.8 Hz), 9.24 (1H, d, J = 0.8 Hz)。

合成例 6 3

- 10 4-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]カルボニル]-1-ピペリジンカルボン酸 1,1-ジメチルエチルエステル

N-(tert-ブトキシカルボニル)イソニペコチン酸 (1.01 g, 4.41 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (678 mg, 4.43 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (15 mL) 溶液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (1.00 g, 5.22 mmol) を加え、室温で 1 時間攪拌した。得られた混合物に 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (1.41 g, 4.02 mmol) を加え、室温で 4 時間攪拌した。反応混合物に飽和炭酸水素ナトリウムおよび水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1、1:1 の後 1:2) に供した。これを酢酸エチルに溶解し、2% 酢酸水溶液 (2 回)、水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮して表題化合物 (1.83 g、収率 81%) を得た。

- 15 非晶質。
- 20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 1.46 (9H, s), 1.60-1.92 (4H, m), 2.22-2.42 (1H, m), 2.30 (2H, s), 2.62-2.85 (2H, m), 2.68 (2H, br s), 3.92

(3H, s), 4.06-4.29 (2H, m), 6.60 (1H, s), 7.05 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.25-7.36 (1H, m), 7.48 (1H, s), 7.63-7.85 (2H, m)。

#### 合成例 6 4

- 5 N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-4-ピペリジンカルボキサミド二塩酸塩
- 4-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]カルボニル]-1-ピペリジンカルボン酸 1,1-ジメチルエチルエステル (1.44 g, 2.56 mmol) の酢酸エチル (15 mL) 溶液に 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液 (2.0 mL) を加え、室温で 1.5 時間、60 °C で 1 時間攪拌した。得られた混合物にエタノール (3 mL) を加え、さらに 60 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物を冷却し、結晶をろ取して表題化合物 (774 mg, 57%) を得た。

融点 217-224 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.44 (6H, br s), 1.68-2.07 (4H, m), 2.10-2.50 (2H, m), 2.65-3.40 (7H, m), 3.95 (3H, s), 7.11 (1H, s), 7.31 (1H, d, J = 8.2 Hz), 7.59 (1H, t, J = 8.2 Hz), 7.86 (1H, d, J = 8.2 Hz), 8.03 (1H, s), 8.70-9.35 (2H, m), 10.78-10.90 (1H, m), 12.50-12.80 (1H, br)。

#### 合成例 6 5

- 20 N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-4-ピリジンアセトアミド
- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (701 mg, 2.00 mmol)、4-ピリジン酢酸塩酸塩 (417 mg, 2.40 mmol)、および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (368 mg, 2.40 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) 溶液にトリエチルアミン (0.77 mL, 5.5 mmol) および 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (537 mg, 2.80 mmol) を加え、室温で 1 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチル/メタノール (5:1) 混合物で 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣をエタノール-ジエチルエーテルから再結晶して表題化合物 (523 mg, 収率 56%) を得た。

融点 124-128 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, br s), 1.30 (6H, s), 2.27 (2H, s), 2.67 (2H, br s), 3.67 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.03-7.10 (1H, m), 7.24-7.40 (4H, m), 7.67-7.74 (1H, m), 7.91 (1H, br s), 8.60 (2H, d, J = 5.8 Hz)。

5 合成例 6 6

N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-3-ピリジンアセトアミド

合成例 6 5 と同様の方法により 3-ピリジン酢酸塩酸塩を用いて表題化合物を得た。  
収率 70%。

10 融点 122-127 °C (エタノール-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, br s), 1.30 (6H, s), 2.26 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.67 (2H, s), 3.91 (3H, s), 6.59 (1H, s), 7.06 (1H, d, J = 7.4 Hz), 7.24-7.37 (3H, m), 7.64-7.80 (3H, m), 8.52-8.58 (2H, m)。

合成例 6 7

15 N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-ピリジンアセトアミド

合成例 6 5 と同様の方法により 2-ピリジン酢酸塩酸塩を用いて表題化合物を得た。  
収率 75%。

融点 176-177 °C (エタノール-ジエチルエーテル)。

20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, br s), 1.29 (6H, s), 2.27 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.87 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.07 (1H, dt, J = 7.7, 1.3 Hz), 7.21-7.37 (3H, m), 7.42 (1H, t, J = 1.6 Hz), 7.71 (1H, td, J = 7.7, 1.9 Hz), 7.80 (1H, ddd, J = 8.2, 2.0, 0.8 Hz), 8.63 (1H, ddd, J = 4.9, 1.8, 1.1 Hz), 9.82 (1H, br s)。

25 合成例 6 8

[[4-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]カルボニル]フェニル]メチル]ホスホン酸ジエチルエステル塩酸塩

- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (2.18 g, 6.22 mmol)、4-[(ジエトキシホスフィニル)メチル]安息香酸 (1.86 g, 6.83 mmol)、および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (1.05 g, 6.86 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (30 mL) 溶液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (1.55 g, 8.09 mmol) およびトリエチルアミン (1.0 mL, 7.2 mmol) を加え、室温で 17 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 3 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1、1:1、1:3、の後 1:10) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチル (20 mL) に溶解し、0.8 M 塩化水素/メタノール溶液 (8.5 mL) を加え、減圧濃縮した。残渣をエタノール-酢酸エチルから再結晶して表題化合物 (3.23 g、収率 81%) を得た。

融点 196-200 °C (分解)。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.18 (6H, t, J = 7.1 Hz), 1.25 (6H, br s), 1.37-1.58 (6H, m), 2.16-2.57 (2H, m), 3.05-3.35 (2H, m), 3.35 (2H, d, J = 22.0 Hz), 3.89-4.05 (4H, m), 3.96 (3H, s), 7.12 (1H, s), 7.34-7.48 (3H, m), 7.65 (1H, t, J = 8.1 Hz), 7.97 (2H, d, J = 8.0 Hz), 8.05-8.16 (2H, m), 10.69 (1H, br s), 12.60-12.80 (1H, br)。

## 20 合成例 6 9

- [[4-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]カルボニル]フェニル]メチル]ホスホン酸 [[4-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]カルボニル]フェニル]メチル]ホスホン酸 ジエチルエステル塩酸塩 (1.60 g, 2.50 mmol) のジクロロメタン (10 mL) 溶液に トリメチルシリルプロミド (1.0 mL, 7.6 mmol) を滴下し、室温で 22 時間攪拌した。反応混合物を減圧濃縮し、残渣をメタノール (7.5 mL) およびジエチルエーテル (10 mL) に溶解した。得られた溶液にプロピレンオキシド (7.5 mL) を加え、



室温で攪拌、析出した結晶をろ取して表題化合物 (1.31 g、収率 96%) を得た。

融点 237-241 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.20 (6H, s), 1.22 (6H, s), 2.34 (2H, br s), 2.73 (2H, br s), 3.00 (2H, d, J = 21.2 Hz), 3.84 (3H, s), 6.86 (1H, s), 7.11 (1H, d, J = 7.8 Hz), 7.33-7.46 (3H, m), 7.82-7.97 (4H, m), 10.32 (1H, br s)。

#### 合成例 7 0

2-メチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-[(2,2,2-トリフルオロアセチル)アミノ]プロパンアミド塩酸塩

- 10 合成例 6 8 と同様の方法により 2-メチル-2-[(2,2,2-トリフルオロアセチル)アミノ]プロピオン酸を用いて表題化合物を得た。収率 89%。

融点 210-217 °C (分解) (メタノール-酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.30-1.60 (6H, m), 1.53 (6H, s), 2.10-2.53 (2H, m), 3.00-3.35 (2H, m), 3.95 (3H, s), 7.11 (1H, s), 7.35 (1H, d, J = 8.0 Hz), 7.59 (1H, t, J = 8.0 Hz), 7.91 (1H, s), 7.98 (1H, d, J = 8.0 Hz), 9.44 (1H, br s), 10.16 (1H, br s), 12.60-12.80 (1H, br s)。

#### 合成例 7 1

2-アミノ-2-メチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]プロパンアミド

- 20 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (7.01 g, 20.0 mmol)、2-メチル-2-[(2,2,2-トリフルオロアセチル)アミノ]プロピオン酸 (4.38 g, 22.0 mmol)、および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (3.37 g, 22.0 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (75 mL) 溶液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (4.98 g, 26.0 mmol) を加え、室温で 4.5 時間、45 °C で 30 分間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣をエタノール (40 mL) に溶解し、2 M 水酸化ナトリウム水溶液 (25 mL, 50 mmol) を加え、1.5 時

間加熱還流した。反応混合物を減圧濃縮し、残渣に水を加え、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水で2回洗浄、活性炭処理、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (7.28 g、収率 84%) を得た。融点 175-177 °C。

- 5  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.24 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 1.45 (6H, s), 2.30 (2H, s), 2.67 (2H, br s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.04-7.10 (1H, m), 7.33 (1H, t,  $J = 8.1$  Hz), 7.55 (1H, t,  $J = 2.0$  Hz), 7.83 (1H, ddd,  $J = 8.1, 2.0, 1.0$  Hz), 9.93 (1H, br s)。

#### 合成例 7 2

- 10 5,5-ジメチル-3-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2,4-イミダゾリジンジオン  
2-アミノ-2-メチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]プロパンアミド (1.09 g, 2.50 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) 溶液に N,N'-カルボニルジイミダゾール (426 mg, 2.63 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水で2回洗浄、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (686 mg、収率 59%) を得た。

融点 289-294 °C。

- 20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.28 (6H, br s), 1.33 (12H, s), 2.36 (2H, br s), 2.70 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.16 (1H, br s), 7.30-7.51 (3H, m), 7.56-7.60 (1H, m)。

#### 合成例 7 3

- 15 3-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2,4-イミダゾリジンジオン  
イソシアナト酢酸エチル (1.42 g, 11.0 mmol) のテトラヒドロフラン (15 mL) 溶液に 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (3.51 g, 10.0 mmol) を加え、15 分間加熱還

流した。反応混合物を減圧濃縮し、残渣を 5 M 塩酸 (20 mL) に溶解した。得られた混合物を 80 °C で 2 時間攪拌した。これを氷冷し、濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから再結晶、さらにメタノール-酢酸エチル-ヘキサンから

- 5 再結晶して表題化合物 (2.50 g、収率 58%) を得た。

融点 214-216 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.37 (2H, br s), 2.68 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.04 (2H, s), 6.22 (1H, br s), 6.60 (1H, s), 7.39-7.57 (4H, m)。

#### 合成例 7 4

- 10 1-メチル-3-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2,4-イミダゾリジンジオン  
3-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソ  
キノリン-1-イル)フェニル]-2,4-イミダゾリジンジオン (867 mg, 2.00 mmol) の  
N,N-ジメチルホルムアミド (4 mL) 溶液に氷冷下水素化ナトリウム (66% 油分散  
15 物) (80 mg, 2.2 mmol) を加え、室温で 15 分攪拌した。得られた混合物を氷冷し、  
ヨードメタン (0.19 mL, 3.1 mmol) を滴下、室温で 45 分間攪拌した。反応混合  
物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧  
濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エ  
チル 2:1 の後 1:2) に供し、表題化合物 (724 mg、収率 81%) を得た。

- 20 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.38 (2H, br s), 2.67 (2H, s), 3.07 (3H, s), 3.91 (3H, s), 4.01 (2H, s), 6.59 (1H, s), 7.39-7.55 (4H, m)。

#### 合成例 7 5

- 2,4-ジオキソ-3-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ  
25 ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-1-イミダゾリジン酢酸 メチルエス  
テル

合成例 7 4 と同様の方法によりプロモ酢酸メチルを用いて表題化合物を得た。収率 77%。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.37 (2H, br s), 2.67 (2H, s), 3.79 (3H, s), 3.92 (3H, s), 4.16 (2H, s), 4.24 (2H, s), 6.60 (1H, s), 7.40–7.56 (4H, m)。

5 合成例 7 6

N-メチル-3-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2,4-ジオキソ-1-イミダゾリジンアセトアミド

- 3-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソ  
10 キノリン-1-イル)フェニル]-2,4-ジオキソ-1-イミダゾリジン酢酸 メチルエステル (1.87 g, 3.70 mmol) のメタノール (10 mL) 溶液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (1.5 mL) を加え、室温で 15 分間攪拌した。反応混合物に 2 M 塩酸を加え、減圧濃縮した。残渣にエタノールを加えて不溶物をろ過、減圧濃縮した。同様の操作を 2 回繰り返した後、エタノール-酢酸エチルに懸濁し、ろ過、減圧濃縮して  
15 3-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2,4-ジオキソ-1-イミダゾリジン酢酸を含む非晶質 (2.08 g) を得た。

- この 700 mg と 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水和物 (211 mg, 1.38 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) 溶液に、氷冷下、1-エチル-3-(3-  
20 ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (312 mg, 1.63 mmol) および 40% メチルアミン/メタノール溶液 (0.27 mL, 6.6 mmol) を加え、室温で 43 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後酢酸エチル) に  
25 供し、表題化合物 (289 mg、収率 46%) を得た。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.37 (2H, br s), 2.67 (2H, s), 2.81 (3H, d,  $J = 5.2$  Hz), 3.92 (3H, s), 4.00 (2H, s), 4.18 (2H, s), 6.10–6.25

(1H, m), 6.60 (1H, s), 7.38-7.56 (4H, m)。

#### 合成例 7 7

1-[1,1'-ビフェニル]-3-イル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

- 5 1-(3-プロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン (497 mg, 1.20 mmol) の 1,2-ジメトキシエタン (6 mL) 溶液にフェニルボロン酸 (219 mg, 1.80 mmol) のエタノール (2 mL) 溶液、炭酸ナトリウム (210 mg, 1.98 mmol) の水 (2 mL) 溶液、およびテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (58 mg, 0.050 mmol) を加え、窒素雰囲気下 80 °C
- 10 で 15 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1) に供し、ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (353 mg, 収率 71%) を得た。

- 15 融点 141-142 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.26 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.28-7.51 (5H, m), 7.57-7.66 (4H, m)。

#### 合成例 7 8

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(4-ピリジニル)

- 20 フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 7 7 と同様の方法により 4-ピリジニルボロン酸を用いて表題化合物を得た。  
収率 69%。

融点 148-150 °C (ジイソプロピルエーテル-ヘキサン)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.23 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.64 (1H, s), 7.44-7.57 (4H, m), 7.64-7.72 (2H, m), 8.66 (2H, d, J = 6.2 Hz)。
- 25

#### 合成例 7 9

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(2-キノリニル)

フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

- 1-(3-プロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン (1.04 g, 2.51 mmol)、トリフルオロメタンスルホン酸 2-キノリニル (731 mg, 2.64 mmol)、塩化リチウム (319 mg, 7.53 mmol)、および
- 5 テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (145 mg, 0.125 mmol) の 1,4-ジオキサン (15 mL) 懸濁液にヘキサメチルニスズ (879 mg, 2.68 mmol) を加え、窒素雰囲気下 100 °C で 15.5 時間攪拌した。反応混合物を 10% フッ化カリウム水溶液 (25 mL)/酢酸エチル (25 mL) 混合物に注ぎ、室温で 2 時間攪拌した。不溶物をろ過し、有機層を分離、水層を酢酸エチルで抽出した。合わせた有機層を
- 10 飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 20:1、5:1 の後 3:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (529 mg、収率 46%) を得た。

融点 167-169 °C。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.34 (2H, s), 2.74 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.65 (1H, s), 7.48-7.62 (3H, m), 7.73 (1H, ddd, J = 8.4, 6.9, 1.5 Hz), 7.80-7.87 (1H, m), 7.93 (1H, d, J = 8.4 Hz), 8.13-8.26 (3H, m), 8.29 (1H, dt, J = 7.0, 1.8 Hz)。

合成例 80

- 20 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩
- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸 メチルエステル (1.81 g, 4.60 mmol) のエタノール (5 mL) 懸濁液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (2.0 mL, 10 mmol) を加え、室温で 4
- 25 時間攪拌した。反応混合物に 1 M 塩酸 (10 mL, 20 mmol) を加え、得られた混合物を減圧濃縮した。残渣にエタノールを加え、不溶物をハイフロスーパーセル (商品名) を用いてろ過、減圧濃縮した。同様の操作を 2 回繰り返した後、残渣をエタノール-酢酸エチルから再結晶して表題化合物 (1.92 g、定量的) を得た。

融点 184-191 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.21 (6H, br s), 1.46 (6H, br s), 2.05-2.25 (2H, m), 3.17 (2H, br s), 3.95 (3H, s), 7.11 (1H, s), 7.77 (1H, t, J = 7.6 Hz), 7.86 (1H, d, J = 7.6 Hz), 8.17 (1H, s), 8.27 (1H, s)。

5 合成例 8 1

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩

合成例 8 0 と同様の方法により 4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸 メチルエステルから表

10 題化合物を得た。収率 83%。

融点 195-204 °C (エタノール-酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.31 (6H, s), 1.74 (6H, s), 2.15 (2H, s), 3.10 (2H, s), 4.03 (3H, s), 6.76 (1H, s), 7.66 (2H, d, J = 8.3 Hz), 8.11 (2H, d, J = 8.3 Hz)。

合成例 8 2

15 4-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩

合成例 8 0 と同様の方法により 4-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸 メチルエステルから表題化合物を得た。収率 99%。

20 融点 206-217 °C (エタノール-酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.37 (3H, t, J = 6.9 Hz), 1.46 (6H, s), 2.16 (2H, s), 3.17 (2H, s), 4.25 (2H, q, J = 6.9 Hz), 7.10 (1H, s), 7.75 (2H, d, J = 8.3 Hz), 8.16 (2H, d, J = 8.3 Hz)。

合成例 8 3

25 N-(4-メトキシフェニル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩 (500 mg, 1.20 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-

ベンゾトリアゾール水和物 (202 mg, 1.32 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (3 mL) 溶液に氷冷下 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (300 mg, 1.56 mmol) を加え、20 分間攪拌した。得られた混合物に同温で 4-メトキシアニリン (177 mg, 1.44 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後 1:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (442 mg, 収率 76%) を得た。

10 融点 120-122 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.22 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.83 (3H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 6.93 (2H, d, J = 8.8 Hz), 7.52 (2H, d, J = 8.6 Hz), 7.57 (2H, d, J = 9.2 Hz), 7.84 (1H, br s), 7.90 (2H, d, J = 8.4 Hz)。

15 合成例 8 4

4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 8 3 と同様の方法により 4 M アンモニア/メタノール溶液を用いて表題化合物を得た。収率 74%。

20 融点 229-231 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 5.50-6.50 (2H, m), 6.62 (1H, s), 7.49 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.84 (2H, d, J = 8.4 Hz)。

合成例 8 5

15 N-メチル-4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 8 3 と同様の方法により 40% メチルアミン水溶液を用いて表題化合物を得た。収率 77%。



融点 168-169 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.04 (3H, d, J = 5.2 Hz), 3.92 (3H, s), 6.32-6.43 (1H, m), 6.62 (1H, s), 7.45 (2H, d, J = 8.3 Hz), 7.78 (2H, d, J = 8.3 Hz)。

5 合成例 8 6

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 8 3 と同様の方法により 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および 4 M アンモ

10 ニア/メタノール溶液から表題化合物を得た。収率 67%。

融点 219-220 °C (メタノール-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, br s), 1.30 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.93 (3H, s), 5.30-6.60 (2H, m), 6.62 (1H, s), 7.45-7.57 (2H, m), 7.84-7.87 (1H, m), 7.90 (1H, dt, J = 6.9, 2.1 Hz)。

15 合成例 8 7

4-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 8 3 と同様の方法により 4-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および 4 M アンモ

20 ニア/メタノール溶液から表題化合物を得た。収率 71%。

融点 179-182 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.30 (6H, s), 1.46 (3H, t, J = 6.9 Hz), 2.17 (2H, s), 2.68 (2H, s), 4.19 (2H, q, J = 6.9 Hz), 5.50-6.50 (2H, m), 6.61 (1H, s), 7.28 (2H, d, J = 8.6 Hz), 7.84 (2H, d, J = 8.6 Hz)。

5 合成例 8 8

N-フェニル-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド塩酸塩

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノ

- ノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩 (500 mg, 1.20 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水和物 (202 mg, 1.32 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (3 mL) 溶液に氷冷下 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (300 mg, 1.56 mmol) を加え、25 分間攪拌した。得られた混合物に同温でア
- 5 ニリン (0.13 mL, 1.4 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後 1:1) に供して表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エ
- 10 チル (5 mL) に溶解し、0.8 M 塩化水素/メタノール溶液 (2.1 mL) を加え、減圧濃縮して表題化合物 (537 mg、収率 91%) を得た。

非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.31 (6H, s), 1.64 (6H, s), 2.24 (2H, s), 3.07 (2H, s), 4.01 (3H, s), 6.72 (1H, s), 7.11 (1H, t, J = 7.4 Hz), 7.33 (2H, t, J = 7.9 Hz),
- 15 7.60 (2H, d, J = 8.0 Hz), 7.92 (2H, d, J = 7.6 Hz), 8.18 (2H, d, J = 7.6 Hz), 9.96 (1H, br s)。

#### 合成例 8 9

N,N-ジメチル-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド塩酸塩

- 20 合成例 8 8 と同様の方法により 50% ジメチルアミン水溶液を用いて表題化合物を得た。収率 88%。

非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.36 (6H, s), 1.69 (6H, s), 2.35 (2H, s), 3.01 (3H, br s), 3.05 (2H, s), 3.13 (3H, br s), 4.03 (3H, s), 6.75 (1H, s), 7.61 (2H, d, J =
- 25 8.4 Hz), 7.72 (2H, d, J = 8.4 Hz), 14.20-14.60 (1H, br)。

#### 合成例 9 0

[[4-[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]アミノ]フェニル]メチル]ホスホン酸 ジエチル

## エステル

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩 (1.37 g, 3.29 mmol)、4-アミノベンジルホスホン酸ジエチル (730 mg, 3.00 mmol)、および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール  
5 一水和物 (506 mg, 3.30 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (15 mL) 溶液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (748 mg, 3.90 mmol) およびトリエチルアミン (1.0 mL, 7.2 mmol) を加え、室温で 18 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリ  
10 カゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後 1:5) に供し、表題化合物 (1.16 g、収率 64%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.25 (6H, t, J = 7.1 Hz), 1.31 (6H, s), 2.22 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.14 (2H, d, J = 21.6 Hz), 3.92-4.10 (4H, m), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.24-7.34 (2H, m), 7.46-7.53 (2H, m), 7.64 (2H, d, J = 8.0 Hz), 7.94-8.02 (2H, m), 8.63 (1H, br s)。  
15

## 合成例 9 1

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール臭化水素酸塩

20 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン (500 mg, 1.49 mmol) に 48% 臭化水素酸 (7.5 mL) を加え、105 °C で 18 時間攪拌した。反応混合物を冷却し、析出した結晶をろ取、水洗した後一晩風乾して表題化合物 (463 mg、収率 77%) を得た。

融点 >300 °C。

25 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.42 (6H, s), 2.15 (2H, s), 3.09 (2H, s), 6.79 (1H, s), 7.57-7.80 (5H, m), 11.2-11.4 (1H, br), 12.1-12.4 (1H, br)。

## 合成例 9 2

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノ

ノリノール

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン (3.02 g, 9.00 mmol) に 48% 臭化水素酸 (45 mL) を加え、  
16 時間加熱還流した。反応混合物を氷冷し、濃アンモニア水で中和、水で希釈し、  
5 酢酸エチルで 3 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、  
硫酸ナトリウム上で乾燥、活性炭処理、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチルー  
ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物 (2.70 g, 収率 93%) を得た。  
融点 208-210 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.28 (6H, s), 2.16 (2H, s), 2.66 (2H, s), 6.54  
10 (1H, s), 7.38 (5H, m)。

合成例 9 3

3,4,8,9-テトラヒドロ-1-(4-ヒドロキシフェニル)-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメ  
チル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール臭化水素酸塩

合成例 9 1 と同様の方法により 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-1-(4-メトキシ  
15 フェニル)-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンから表題化合物を得た。  
収率 77%。

融点 194-200 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.38 (6H, s), 2.34 (2H, s), 3.03 (2H, s), 6.77  
(1H, s), 6.99 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.46 (2H, d, J = 8.4 Hz), 10.59 (1H, s),  
20 11.17 (1H, br s), 11.80-11.95 (1H, br)。

合成例 9 4

1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-6-フロ  
[2,3-h]イソキノリノール

合成例 9 2 と同様の方法により 1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-  
25 メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンから表題化合物を得た。  
収率 91%。

融点 202-208 °C (酢酸エチルージイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.22 (2H, s), 2.63 (2H, s), 6.52

(1H, s), 7.24 (1H, t, J = 7.6 Hz), 7.34 (1H, dt, J = 7.6, 1.4 Hz), 7.47-7.54 (1H, m), 7.57 (1H, t, J = 1.4 Hz)。

#### 合成例 9 5

トリフルオロメタンスルホン酸 (3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル  
5 -1-フェニルフロ[2, 3-h]イソキノリン-6-イル) エステル  
3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2, 3-h]イソキノ  
リノール (1.03 g, 3.20 mmol) のピリジン (10 mL) 溶液に氷冷下、トリフルオ  
ロメタンスルホン酸無水物 (0.60 mL, 3.6 mmol) を滴下、10 分間攪拌した。反応  
混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで2回抽出し  
10 た。合わせた有機層を水で2回洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラ  
ムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1) に供し、表題化合物 (1.37 g、  
収率 94%) を得た。

油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.23 (2H, s), 2.70 (2H, s), 6.94  
15 (1H, s), 7.41 (5H, s)。

#### 合成例 9 6

トリフルオロメタンスルホン酸 (3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テ  
トラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-6-イル) エステル塩酸塩

合成例 2 9 と同様の方法によりトリフルオロメタンスルホン酸 (3, 4, 8, 9-テトラ  
20 ヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2, 3-h]イソキノリン-6-イル) エス  
テルから表題化合物を得た。収率 84%。

融点 152-160 °C (メタノール-酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.43 (6H, br s), 2.32 (2H, s), 3.17 (2H, br  
s), 7.56 (1H, s), 7.57-7.83 (5H, m)。

#### 25 合成例 9 7

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2, 3-h]イソキノ  
リン塩酸塩

トリフルオロメタンスルホン酸 (3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル

-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)エステル (1.00 g, 2.21 mmol)、トリエチルアミン (0.92 mL, 6.6 mmol)、酢酸パラジウム(II) (9.9 mg, 0.044 mmol)、およびトリフェニルホスフィン (23.1 mg, 0.0881 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (4 mL) 溶液にギ酸 (0.17 mL, 4.5 mmol) を加え、窒素雰囲気下 60 °C で 3.5 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を 1 M 塩酸で 2 回抽出した。合わせた水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 15:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチル (3 mL) に溶解し、0.8 M 塩化水素/メタノール溶液 (3.0 mL) を加えた。得られた混合物を減圧濃縮し、残渣を酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物 (705 mg、収率 93%) を得た。

融点 167-179 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.46 (6H, s), 2.19 (2H, s), 3.16 (2H, s), 7.17 (1H, d, J = 8.1 Hz), 7.30 (1H, d, J = 8.1 Hz), 7.62-7.84 (5H, m)。

#### 合成例 98

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(4-ピリジニル)フェニル]-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール

1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (725 mg, 1.81 mmol) および 4-ピリジニルボロン酸 (334 mg, 2.72 mmol) のトルエン (10 mL) およびエタノール (3 mL) 懸濁液に炭酸ナトリウム (480 mg, 4.53 mmol) の水 (5 mL) 溶液およびテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (105 mg, 0.0909 mmol) を加え、窒素雰囲気下 90 °C で 15 時間攪拌した。反応混合物を冷却し、1 M 塩酸を加え、不溶物をろ過、有機層を分離した。水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチルの後酢酸エチル/メタノール 20:1) に供し、酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから

結晶化させて表題化合物 (294 mg、収率 41%) を得た。

融点 141-149 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (12H, s), 2.21 (2H, s), 2.67 (2H, s), 6.58 (1H, s), 7.43-7.58 (4H, m), 7.64-7.73 (2H, m), 8.66 (2H, d, J = 6.2 Hz)。

#### 5 合成例 9 9

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-6-プロポキシ-1-[3-(4-ピリジニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

- 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(4-ピリジニル)フェニル]-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (812 mg, 2.00 mmol) および 1-ヨードプロパン (0.59 mL, 6.0 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (4 mL) 溶液に水素化ナトリウム (66% 油分散物) (95 mg, 2.6 mmol) を加え、室温で 30 分間攪拌した。反応混合物を水に注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後 2:1) に供し、酢酸エチルーヘキサンから再結晶して表題化合物 (614 mg、収率 70%) を得た。

融点 132-134 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.04 (3H, t, J = 7.5 Hz), 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 1.87 (2H, sextet, J = 7.2 Hz), 2.21 (2H, s), 2.70 (2H, s), 4.07 (2H, t, J = 6.9 Hz), 6.63 (1H, s), 7.43-7.57 (4H, m), 7.64-7.71 (2H, m), 8.66 (2H, d, J = 6.0 Hz)。

#### 合成例 1 0 0

2-[[3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(4-ピリジニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル]オキシ]アセトアミド

- 25 合成例 9 9 と同様の方法により 2-ブロモアセトアミドを用いて表題化合物を得た。収率 63%。

融点 120-125 °C (酢酸エチルーヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.24 (2H, s), 2.71 (2H, s), 4.63

(2H, s), 5.55-5.85 (1H, br), 6.65 (1H, s), 6.70-6.95 (1H, br), 7.43-7.59 (4H, m), 7.64-7.73 (2H, m), 8.67 (2H, d,  $J = 6.4$  Hz)。

#### 合成例 101

1-(3-ブロモフェニル)-6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 99 と同様の方法により 1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールとヨードエタンから表題化合物を得た。定量的。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.34 (6H, s), 1.46 (3H, t,  $J = 7.1$  Hz), 2.22 (2H, s), 2.66 (2H, s), 4.18 (2H, q,  $J = 7.1$  Hz), 6.60 (1H, s), 7.25 (1H, t,  $J = 7.5$  Hz), 7.33 (1H, dt,  $J = 7.5, 1.7$  Hz), 7.52 (1H, dt,  $J = 7.5, 1.7$  Hz), 7.57 (1H, t,  $J = 1.7$  Hz)。

#### 合成例 102

1-(3-ブロモフェニル)-6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 29 と同様の方法により 1-(3-ブロモフェニル)-6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンから表題化合物を得た。収率 74%。

融点 219-223 °C (封管) (メタノール-酢酸エチル-ジエチルエーテル)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.37 (3H, t,  $J = 7.0$  Hz), 1.44 (6H, br s), 2.22 (2H, s), 3.12 (2H, br s), 4.24 (2H, q,  $J = 7.0$  Hz), 7.08 (1H, s), 7.52-7.65 (2H, m), 7.88-7.99 (2H, m)。

#### 合成例 103

1-(3-ブロモフェニル)-6-ブトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 99 と同様の方法により 1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールと 1-ヨードブタンから



表題化合物を得た。収率 84%。

ガム状。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.98 (3H, t, J = 7.2 Hz), 1.23 (6H, s), 1.33 (6H, s), 1.38-1.59 (2H, m), 1.74-1.90 (2H, m), 2.21 (2H, s), 2.66 (2H, s), 4.10 (2H, t, J = 6.8 Hz), 6.60 (1H, s), 7.20-7.29 (1H, m), 7.34 (1H, dt, J = 7.5, 1.5 Hz), 7.48-7.55 (1H, m), 7.57 (1H, t, J = 1.5 Hz)。

#### 合成例 104

1-(3-ブロモフェニル)-6-ブトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 10 合成例 29 と同様の方法により 1-(3-ブロモフェニル)-6-ブトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンから表題化合物を得た。収率 75%。

融点 201-205 °C (封管) (メタノール-酢酸エチル-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 0.94 (3H, t, J = 7.2 Hz), 1.20-1.60 (8H, m), 1.25 (6H, s), 1.65-1.82 (2H, m), 2.21 (2H, s), 3.12 (2H, br s), 4.18 (2H, t, J = 6.5 Hz), 7.10 (1H, s), 7.48-7.66 (2H, m), 7.90-7.99 (2H, m), 12.50-13.00 (1H, br)。

#### 合成例 105

6-ブトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(4-ピリジニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

- 20 1-(3-ブロモフェニル)-6-ブトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン (18.2 g, 39.9 mmol) および 4-ピリジニルボロン酸 (5.38 g, 43.8 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (75 mL) 懸濁液に炭酸ナトリウム (5.10 g, 48.1 mmol) の水 (45 mL) 溶液およびテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (1.69 g, 1.46 mmol) を加え、窒素雰囲気下 120 °C で 1.5 時間攪拌した。反応混合物を冷却し、水および酢酸エチルを加え有機層を分離、水層を酢酸エチルで抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後 2:1) に供し、ジエチルエーテル-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (9.12 g,

収率 50%) を得た。

融点 114-116 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.98 (3H, t, J = 7.3 Hz), 1.27 (6H, s), 1.29 (6H, s), 1.39-1.60 (2H, m), 1.75-1.92 (2H, m), 2.21 (2H, s), 2.70 (2H, s), 4.11 (2H, t, J = 6.9 Hz), 6.63 (1H, s), 7.45-7.57 (4H, m), 7.64-7.72 (2H, m), 8.66 (2H, d, J = 6.2 Hz)。

#### 合成例 106

6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(4-ピリジニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

- 10 合成例 105 と同様の方法により 1-(3-プロモフェニル)-6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンから表題化合物を得た。収率 59%。

融点 102-104 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 1.47 (3H, t, J = 7.0 Hz), 2.22 (2H, s), 2.70 (2H, s), 4.19 (2H, q, J = 7.0 Hz), 6.63 (1H, s), 7.42-7.58 (4H, m), 7.65-7.71 (2H, m), 8.66 (2H, d, J = 6.0 Hz)。

#### 合成例 107

6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 20 合成例 99 と同様の方法により 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールおよびヨードエタンから表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、0.8 M 塩化水素/メタノール溶液を加え、減圧濃縮して表題化合物を得た。定量的。

非晶質。

25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.33 (6H, s), 1.51 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.69 (6H, s), 2.23 (2H, s), 3.02 (2H, s), 4.28 (2H, q, J = 7.0 Hz), 6.73 (1H, s), 7.50-7.75 (5H, m)。

#### 合成例 108

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-4-フロ  
[2, 3-h]イソキノリノール

2, 3-ジヒドロ-7-メトキシ-2, 2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラ  
ン (1.17 g, 5.04 mmol) のベンゾニトリル (10 mL) 溶液に -10 °C で塩化アルミ

5 ニウム (0.68 g, 5.1 mmol) を加え、同温で 5 分間攪拌した。得られた混合物に  
臭素 (0.26 mL, 5.0 mmol) を滴下し、室温で 20 分間、60 °C で 2 時間攪拌した。

反応混合物を冷却し、水およびジイソプロピルエーテルを加え攪拌後、有機層を分  
離した。水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルを加えた後不溶物をろ過した。

水層を分離、有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、

10 ろ過、減圧濃縮した。残渣をテトラヒドロフラン-ジエチルエーテルから再結晶し  
て表題化合物 (722 mg、収率 41%) を得た。

融点 207-212 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (3H, s), 1.31 (6H, s), 1.32 (3H, s), 2.21 (2H, s), 3.96  
(3H, s), 4.48 (1H, br s), 6.96 (1H, s), 7.40 (5H, s)。

#### 15 合成例 109

3-(ブロモメチル)-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 8, 8-トリメチル-1-フェ  
ニルフロ[2, 3-h]イソキノリン

2, 3-ジヒドロ-7-メトキシ-2, 2-ジメチル-5-(2-メチル-2-プロペニル)ベンゾフラ  
ン (1.76 g, 7.58 mmol) のベンゾニトリル (15 mL) 溶液に -5 °C で塩化アルミ

20 ニウム (1.01 g, 7.57 mmol) を加え、同温で 5 分間攪拌した。得られた混合物に  
臭素 (0.39 mL, 7.6 mmol) を滴下し、室温で 25 分間、60 °C で 30 分間攪拌した。

反応混合物を冷却し、水およびジイソプロピルエーテルを加え攪拌後、水層を分離、  
有機層を 1 M 塩酸で 2 回抽出した。合わせた水層を氷冷下濃アンモニア水で中和、

酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液  
25 で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラム

クロマトグラフィー (ヘキサン-酢酸エチル 10:1) に供し、ジエチルエーテル-  
ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (297 mg、収率 9.5%) を得た。

融点 108-110 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.31 (6H, s), 1.34 (3H, s), 2.20 (2H, s), 2.80 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz), 2.96 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz), 3.41 (1H, d,  $J = 9.9$  Hz), 3.57 (1H, d,  $J = 9.9$  Hz), 3.93 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.40 (5H, s)。

#### 合成例 1 1 0

- 5 6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン 2-オキシド

6-エトキシ-1,2,3,4,8,9-ヘキサヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン (1.65 g, 4.69 mmol) のメタノール (10 mL) 溶液にタング  
ステン(VI)酸ナトリウム二水和物 (310 mg, 0.940 mmol) の水 (3 mL) 溶液を加え  
10 た。これを氷冷し、30% 過酸化水素水 (1.6 g, 14 mmol) を滴下し、室温で 15 時  
間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで3回抽出した。合わせた有機層  
を水、10% チオ硫酸ナトリウム水溶液、および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、  
硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラム  
クロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1 の後 1:1) に供し、ジイソプロピ  
15 ルエーテル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (1.33 g、収率 78%) を得た。  
融点 125-126 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.27 (6H, s), 1.45 (3H, t,  $J = 7.0$  Hz), 1.48 (6H, s), 1.98  
(2H, s), 3.04 (2H, s), 4.16 (2H, q,  $J = 7.0$  Hz), 6.62 (1H, s), 7.32-7.47 (5H,  
m)。

#### 20 合成例 1 1 1

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン 2-オキシド

合成例 1 1 0 と同様の方法により 1,2,3,4,8,9-ヘキサヒドロ-6-メトキシ  
-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリンから表題化合物を得  
25 た。収率 84%。

融点 177-180 °C (ジイソプロピルエーテル)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.28 (6H, s), 1.49 (6H, s), 1.99 (2H, s), 3.06 (2H, s), 3.91  
(3H, s), 6.63 (1H, s), 7.27-7.47 (5H, m)。

## 合成例 1 1 2

4-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-2-オキシドフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 1 1 0 と同様の方法により 4-(6-エトキシ-1,2,3,4,8,9-ヘキサヒドロ  
5 -3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミドから表題  
化合物を得た。収率 83%。

融点 134-136, 218-219 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.46 (3H, t, J = 7.1 Hz), 1.48 (6H, s), 2.00  
(2H, s), 3.06 (2H, s), 4.17 (2H, q, J = 7.1 Hz), 5.40-6.50 (2H, m), 6.64 (1H,  
10 s), 7.55 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.89 (2H, d, J = 8.4 Hz)。

## 合成例 1 1 3

5-[(ジメチルアミノ)メチル]-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フ  
ェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキ  
15 ノリノール (1.50 g, 4.67 mmol)、パラホルムアルデヒド (94%) (0.298 g, 9.34  
mmol)、2 M ジメチルアミン/テトラヒドロフラン溶液 (7.00 mL, 14.0 mmol) およ  
びエタノール (7 mL) の混合物を、60 °C で 20 分間攪拌した。反応液を減圧濃縮  
し、残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル  
3:1) に供した後、ヘキサン-酢酸エチルから再結晶し、表題化合物 (1.38 g、収  
20 率 78%) を得た。

融点 164-166 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.14 (2H, s), 2.38 (6H, s), 2.58  
(2H, s), 3.74 (2H, s), 7.37 (5H, s)。

## 合成例 1 1 4

25 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-N,N,3,3,8,8-ヘキサメチル-1-フェニル-5-フ  
ロ[2,3-h]イソキノリンメタンアミン

5-[(ジメチルアミノ)メチル]-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フ  
ェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (0.40g, 1.06 mmol)、メタノール (0.128

mL、3.18 mmol) およびトリフェニルホスフィン (0.832 g、3.18 mmol) のテトラ  
ヒドロフラン (3 mL) 溶液に、アゾジカルボン酸ジイソプロピル (0.624 mL、3.18  
mmol) を氷冷下に加え、混合物を室温で 30 分間攪拌した。反応液に 1 M 塩酸を加  
え、酢酸エチルで洗浄した。水層を 1 M 水酸化ナトリウム水溶液でアルカリ性に  
5 した後、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性  
シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 9:1) に供し、表題  
化合物 (0.40 g、収率 96%) を得た。一部をヘキサンから再結晶した。

融点 124-125 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.27 (6H, s), 2.13 (2H, s), 2.25 (6H, s), 2.77  
10 (2H, s), 3.45 (2H, s), 3.92 (3H, s), 7.38 (5H, s)。

#### 合成例 1 1 5

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-N,N,3,3,8,8-ヘプタメチル-1-フェニル-5-  
フロ[2,3-h]イソキノリンメタンアミニウムヨージド

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-N,N,3,3,8,8-ヘキサメチル-1-フェニル-5-フ  
15 ロ[2,3-h]イソキノリンメタンアミン (1.50 g、3.82 mmol) のトルエン (10 mL) 溶  
液にヨードメタン (0.309 mL、4.97 mmol) を加え、混合物を室温で 15 時間攪拌  
した。反応液にヘキサンを加え、析出結晶をろ取、乾燥した後、エタノール-酢酸  
エチル-ヘキサンから再結晶し、表題化合物 (1.90 g、収率 93%) を得た。

融点 174-178 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.17 (6H, s), 1.26 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.78 (2H, s), 3.07  
20 (9H, s), 3.94 (3H, s), 4.60 (2H, s), 7.37-7.46 (5H, m)。

#### 合成例 1 1 6

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-[(フェ  
ニルチオ)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

25 チオフェノール (0.192 mL、1.87 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (3 mL) 溶  
液に、氷冷下で水素化ナトリウム (66% 油分散物) (68.0 mg、1.87 mmol) を加え、  
混合物を室温で 30 分間攪拌した。これに 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ  
-N,N,3,3,8,8-ヘプタメチル-1-フェニル-5-フロ[2,3-h]イソキノリンメタンア

ミニウムヨージド (0.40 g, 0.748 mmol) を加え、混合物を 70 °C で 1 時間攪拌した。反応液に水を加え、酢酸エチル抽出した。抽出液を 1 M 水酸化ナトリウム水溶液および水で洗浄した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 7:3) に供し、表題化合物の遊離塩基 (0.31 g、  
5 収率 91%) を油状物として得た。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.28 (6H, s), 2.13 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.24 (2H, s), 7.18–7.45 (10H, m)。

これを 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液で塩酸塩にした後、減圧濃縮し、表題化合物 (0.31 g、収率 84%) を得た。

10 非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.43 (6H, s), 2.15 (2H, s), 3.15 (2H, s), 3.90 (3H, s), 4.29 (2H, s), 7.25–7.45 (5H, m), 7.62–7.80 (5H, m)。

合成例 1 1 7

6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-N,N,3,3,8,8-ヘキサメチル-1-フェニル-5-フ  
15 ロ[2,3-h]イソキノリンメタンアミン

合成例 1 1 4 と同様の方法により、エタノールを用いて表題化合物を得た。収率 89%。

融点 106–107 °C (ヘキサン)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.25 (6H, s), 1.36 (3H, t,  $J=7.2$  Hz), 2.12 (2H, s), 2.25 (6H, s), 2.77 (2H, s), 3.46 (2H, s), 4.19 (2H, q,  $J=7.2$  Hz), 7.37 (5H, s)。  
20

合成例 1 1 8

酢酸 5-[(ジメチルアミノ)メチル]-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イルエステル

25 5-[(ジメチルアミノ)メチル]-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (0.30 g, 0.793 mmol) のピリジン (3 mL) 溶液に無水酢酸 (82.3  $\mu\text{L}$ , 0.872 mmol) を加え、混合物を室温で 1 時間攪拌した。反応液に水を加えて、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮

した。残渣をヘキサンから再結晶し、表題化合物 (0.24 g、収率 72%) を得た。

融点 125-126 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (12H, s), 2.17 (2H, s), 2.21 (6H, s), 2.31 (3H, s), 2.79 (2H, s), 3.33 (2H, s), 7.38 (5H, s)。

5 合成例 1 1 9

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール

合成例 1 1 3 と同様の方法により、ピペリジンを用いて表題化合物を得た。収率 85%。

10 融点 164-165 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.29 (6H, s), 1.40-1.72 (6H, m), 2.14 (2H, s), 2.40-2.79 (4H, m), 2.56 (2H, s), 3.76 (2H, s), 5.32 (1H, br s), 7.37 (5H, s)。

合成例 1 2 0

15 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン二塩酸塩

合成例 1 1 4 と同様の方法により、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールから、表題化合物の遊離塩基を油状物として得た。収率 85%。

20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.28 (6H, s), 1.37-1.60 (6H, m), 2.13 (2H, s), 2.37-2.44 (4H, m), 2.82 (2H, s), 3.48 (2H, s), 3.89 (3H, s), 7.38 (5H, s)。

この遊離塩基を 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液で塩酸塩にした後、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 80%。

非晶質。

25 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.47 (6H, s), 1.55-1.86 (6H, m), 1.90-2.10 (2H, m), 2.19 (2H, s), 2.90-3.10 (2H, m), 3.80-3.88 (2H, m), 3.96 (3H, s), 4.37 (2H, br s), 7.60-7.82 (5H, m)。

合成例 1 2 1

6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-[(1-ピ



ペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 1 4 と同様の方法により、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールおよびエタノールから、表題化合物を得た。収率 87%。

- 5 融点 75-77 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.26 (6H, s), 1.36 (3H, t, J=7.0 Hz), 1.40-1.58 (6H, m), 2.12 (2H, s), 2.37-2.43 (4H, m), 2.82 (2H, s), 3.49 (2H, s), 4.16 (2H, q, J=7.0 Hz), 7.35-7.42 (5H, m)。

合成例 1 2 2

- 10 酢酸 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン-6-イルエステル二塩酸塩

合成例 1 1 8 と同様の方法により、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールから、表題化合物の遊離塩基を得た。これを 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液で塩酸塩にし

- 15 た後、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 96%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.49 (6H, s), 1.61-1.82 (4H, m), 1.93-2.45 (7H, m), 2.95-3.10 (2H, m), 3.38-3.64 (4H, m), 4.40-4.48 (2H, m), 7.60-7.83 (5H, m)。

- 20 合成例 1 2 3

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(3-ニトロフェニル)フロ[2,3-h]イソキノリン

2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (6.00 g、25.8 mmol)、3-ニトロベンゾニトリル (3.83 g、25.8 mmol) および

- 25 酢酸 (18 mL) のトルエン (24 mL) 溶液に濃硫酸 (2.75 mL、51.6 mmol) を加え、混合物を 80 °C で 1 時間攪拌した。反応液に過剰のアンモニア水を加え、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 17:3) に供し、表題化合物 (4.28 g、

収率 44%) を得た。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.65 (1H, s), 7.59 (1H, t,  $J=7.8$  Hz), 7.73-7.79 (1H, m), 8.22-8.32 (2H, m)。

合成例 1 2 4

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(3-ニトロフェニル)-6-フロ  
[2,3-h]イソキノリノール

窒素雰囲気下、3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(3-  
10 ニトロフェニル)フロ[2,3-h]イソキノリン (4.20 g、11.0 mmol) および臭化水素  
酸 (42 mL) の混合物を、100 °C で 20 時間攪拌した。反応液を冷却した後アンモ  
ニア水を加え、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を  
シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1) に供した後、  
酢酸エチル-ヘキサンから再結晶し、表題化合物 (2.50 g、収率 62%) を得た。

15 融点 239-241 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.18 (2H, s), 2.67 (2H, s), 6.62 (1H, s), 7.58 (1H, t,  $J=7.8$  Hz), 7.73-7.80 (1H, m), 8.22-8.31 (2H, m)。

合成例 1 2 5

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(3-ニトロフェニル)-5-[(1-ピペ  
20 リジニル)メチル]-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール

合成例 1 1 3 と同様の方法により、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル  
-1-(3-ニトロフェニル)-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールとピペリジンから表題化  
合物を得た。収率 78%。

非晶質。

25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.31 (6H, s), 1.46-1.72 (6H, m), 2.13 (2H, s),  
2.40-2.80 (4H, m), 2.58 (2H, s), 3.78 (2H, s), 6.30 (1H, s), 7.56 (1H, t,  $J=8.0$   
Hz), 7.72-7.78 (1H, m), 8.22-8.31 (2H, m)。

合成例 1 2 6

6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(3-ニトロフェニル)-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 1 4 と同様の方法により、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(3-ニトロフェニル)-5-[(1-ピペリジニル)メチル]-6-フロ[2,3-h]イソキノリ

5 ノールおよびエタノールから表題化合物を得た。収率 97%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.28 (6H, s), 1.37 (3H, t, J=7.0 Hz), 1.40-1.60 (6H, m), 2.11 (2H, s), 2.36-2.44 (4H, m), 2.84 (2H, s), 3.49 (2H, s), 4.18 (2H, q, J=7.0 Hz), 7.57 (1H, t, J=8.0 Hz), 7.78 (1H, d, J=8.0 Hz), 8.22-8.31 (2H, m)。

10

合成例 1 2 7

3-[6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル]ベンゼンアミン

6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(3-ニトロフェニル)-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン (1.00 g, 2.03 mmol) の酢酸 (5 mL) 溶液に、20% 三塩化チタン水溶液 (9.13 mL, 14.2 mmol) を加え、混合物を室温で 30 分間攪拌した。反応液を過剰の飽和炭酸水素ナトリウム水溶液に注ぎ、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後減圧濃縮し、表題化合物 (0.90 g、収率 96%) を得た。

15

20 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.28 (6H, s), 1.36 (3H, t, J=7.2 Hz), 1.42-1.58 (6H, m), 2.27 (2H, s), 2.38-2.45 (2H, m), 2.80 (2H, s), 3.48 (2H, s), 3.77 (2H, br s), 4.16 (2H, q, J=7.2 Hz), 6.66-6.76 (3H, m), 7.13 (1H, t, J=7.4 Hz)。

合成例 1 2 8

25 2-[[[3-[6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル]フェニル]アミノ]カルボニル]安息香酸

3-[6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-[(1-ピペリジニ

ル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル]ベンゼンアミン (0.98 g, 2.12 mmol) のテトラヒドロフラン (3 mL) 溶液に、無水フタル酸 (0.314 g, 2.12 mmol) のテトラヒドロフラン (3 mL) 溶液を加え、混合物を室温で 4 時間攪拌した。反応液にジイソプロピルエーテルを加え、析出結晶をろ取、乾燥し、表題化合物 (1.20 g、

5 収率 93%) を得た。

融点 155-157 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.13 (6H, s), 1.26 (6H, s), 1.28 (3H, t, J=7.0 Hz), 1.40-1.60 (6H, m), 2.34 (2H, s), 2.42-2.56 (4H, m), 2.78 (2H, s), 3.60 (2H, s), 4.12 (2H, q, J=7.0 Hz), 7.08 (1H, d, J=7.8 Hz), 7.36 (1H, t, J=7.8 Hz), 7.58-7.84  
10 (7H, m), 10.77 (1H, br s)。

#### 合成例 1 2 9

2-[3-[6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル]フェニル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン

15 2-[[[3-[6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル]フェニル]アミノ]カルボニル]安息香酸および無水酢酸 (5 mL) の混合物を、100 °C で 1 時間攪拌した。反応液に過剰の飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル) に供した後、メタノール-ジイソプロピルエーテルから再結晶し、表題化合物  
20 (0.50 g、収率 52%) を得た。

融点 176-177 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.18 (6H, br s), 1.23 (3H, t, J=7.0 Hz), 1.27 (6H, s), 1.43 (6H, br s), 2.35 (4H, br s), 2.62-2.83 (4H, m), 3.42 (2H, s), 4.11 (2H, q, J=7.0 Hz), 7.38-7.40 (1H, m), 7.43-7.61 (3H, m), 7.84-7.96 (4H, m)。  
25

#### 合成例 1 3 0

N-[3-[6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル]フェニル]メタンスルホンアミド

3-[6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル]ベンゼンアミン (0.70 g, 1.52 mmol) のピリジン (4 mL) 溶液にメタンスルホニルクロリド (0.352 mL, 4.56 mmol) を加え、混合物を室温で 3 時間攪拌した。反応液に過剰の飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をメタノール-ジイソプロピルエーテルから再結晶し、表題化合物 (0.52 g, 収率 63%) を得た。

融点 230-231 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.12 (6H, s), 1.24 (6H, s), 1.28 (3H, t, J=7.0 Hz), 1.42 (6H, br s), 2.22 (2H, s), 2.34 (4H, br s), 2.74 (2H, s), 2.99 (3H, s), 3.44 (2H, br s), 4.09 (2H, q, J=7.0 Hz), 7.10-7.15 (2H, m), 7.28-7.43 (2H, m), 9.72 (1H, br s)。

#### 合成例 131

N-[3-[6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル]フェニル]-N-(メチルスルホニル)メタンスルホンアミド

N-[3-[6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-[(1-ピペリジニル)メチル]フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル]フェニル]メタンスルホンアミド (0.64 g, 1.19 mmol) およびトリエチルアミン (0.496 mL, 3.57 mmol) のテトラヒドロフラン (5 mL) 溶液にメタンスルホニルクロリド (0.184 mL, 2.38 mmol) を加え、混合物を 20 分間加熱還流した。反応液を冷却した後飽和炭酸水素ナトリウム水溶液に注ぎ、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1) に供した後、メタノール-ジイソプロピルエーテルから再結晶し、表題化合物 (0.45 g, 収率 61%) を得た。

融点 118-119 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.10-1.31 (15H, m), 1.42 (6H, br s), 2.35 (4H, br s), 2.60-2.83 (4H, m), 3.43 (2H, s), 3.55 (6H, s), 4.08 (2H, q, J=7.0 Hz), 7.42

(1H, s), 7.50-7.60 (3H, m)。

### 合成例 1 3 2

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-(2-メチルエチル)-1-フェニル  
-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール

- 5 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (0.30 g, 0.933 mmol)、2-プロパノール (0.357 mL, 4.67 mmol) および濃硫酸 (0.995 mL, 18.7 mmol) の混合物を、55 °C で 1 時間攪拌した。反応液を過剰の飽和炭酸水素ナトリウム水溶液に注ぎ、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1) に供した後酢酸エチル-ヘキサンから再結晶し、表題化合物 (0.18 g, 収率 53%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.27 (6H, s), 1.38 (6H, d, J=7.2 Hz), 2.15 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.25-3.46 (1H, m), 7.37 (5H, m)。

### 15 合成例 1 3 3

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-5-(1-メチルエチル)-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 合成例 1 1 4 と同様の方法により、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-(1-メチルエチル)-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールから、表題化合物の遊離塩基を油状物として得た。収率 69%。この遊離塩基を 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液で塩酸塩にした後、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 65%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.30 (6H, d, J=7.0 Hz), 1.45 (6H, s), 2.12 (2H, s), 3.17 (2H, s), 3.23-3.45 (1H, m), 3.97 (3H, s), 7.52-7.78 (5H, m)。

### 25 合成例 1 3 4

6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-(1-メチルエチル)-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 1 1 4 と同様の方法により、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル

-5-(1-メチルエチル)-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールおよびエタノールから、表題化合物の遊離塩基を油状物として得た。収率 40%。この遊離塩基を 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液で塩酸塩にした後、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 39%。

5 非晶質。

$^1\text{H}$  NMR (DMSO- $d_6$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.32 (6H, d,  $J=7.0$  Hz), 1.34 (3H, t,  $J=7.0$  Hz), 1.45 (6H, s), 2.11 (2H, s), 3.17 (2H, s), 3.31-3.46 (1H, m), 4.33 (2H, q,  $J=7.0$  Hz), 7.52-7.78 (5H, m)。

合成例 1 3 5

10 酢酸 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-(1-メチルエチル)-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イルエステル塩酸塩

合成例 1 1 8 と同様の方法により、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-(1-メチルエチル)-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールから、表題化合物の遊離塩基を得た。収率 93%。これを 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液で塩酸塩に

15 した後、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 87%。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR (DMSO- $d_6$ )  $\delta$  1.19 (6H, s), 1.26 (6H, d,  $J=7.0$  Hz), 1.48 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.35 (3H, s), 3.23 (2H, s), 3.35 (1H, septet,  $J=7.0$  Hz), 7.60-7.80 (5H, m)。

20 合成例 1 3 6

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-6-[(2-メチル-2-プロペニル)オキシ]-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

窒素雰囲気下、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (0.80 g, 2.49 mmol)、3-クロロ-2-メチル-1-プロペン (0.258 mL, 2.61 mmol) および炭酸カリウム (0.361 g, 2.61 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (4 mL) 懸濁液を、80 °C で 2 時間攪拌した。反応液に水を加えて、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 9:1) に供し、表題化合

物の遊離塩基 (0.93 g、定量的) を油状物として得た。

一部を 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液で塩酸塩にした後、減圧濃縮し、表題化合物を得た。

非晶質。

- 5  $^1\text{H NMR}$  ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.46 (6H, s), 1.78 (3H, s), 2.17 (2H, s), 3.15 (2H, s), 4.70 (2H, s), 5.02 (1H, s), 5.08 (1H, s), 7.11 (1H, s), 7.61–7.80 (5H, m)。

合成例 137

- 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-5-(2-メチル-2-プロペニル)-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール
- 10 窒素雰囲気下、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-6-[(2-メチル-2-プロペニル)オキシ]-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン (0.78 g、2.08 mmol) の  $N,N$ -ジエチルアニリン (4 mL) 溶液を、205 °C で 4.5 時間攪拌した。反応液を冷却した後ヘキサンを加え、析出結晶をろ取した。酢酸エチル-ヘキサンから再結晶
- 15 し、表題化合物 (0.41 g、収率 53%) を得た。

融点 196–198 °C。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.22 (6H, s), 1.28 (6H, s), 1.84 (3H, s), 2.17 (2H, s), 2.59 (2H, s), 3.37 (2H, s), 4.51 (1H, s), 4.80 (1H, s), 7.37 (5H, s)。

合成例 138

- 20 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-[(2-プロピニル)オキシ]フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩
- 窒素雰囲気下、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (1.00 g、3.11 mmol)、プロパルギルプロミド (0.305 mL、3.42 mmol)、炭酸カリウム (0.473 g、3.42 mmol) および  $N,N$ -ジメチルホルムアミド (10 mL) の混合物を、60 °C で 2 時間攪拌した。反応液に水を加え、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1) に供し、表題化合物の遊離塩基 (1.11 g、定量的) を油状物として得た。
- 25



$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.55 (1H, t,  $J=2.4$  Hz), 2.70 (2H, s), 4.83 (2H, d,  $J=2.4$  Hz), 6.77 (1H, s), 7.39 (5H, s)。

一部を 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液で塩酸塩にした後、減圧濃縮し、表題化合物を得た。

5 非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.46 (6H, s), 2.18 (2H, s), 3.17 (2H, s), 3.76 (1H, s), 5.02 (2H, s), 7.14 (1H, s), 7.62-7.80 (5H, m)。

合成例 1 3 9

10 4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイルクロリド塩酸塩

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩 (0.30 g, 0.721 mmol) および塩化チオニル (1 mL) の混合物を、70 °C で 1 時間攪拌した。反応液を減圧濃縮し、表題化合物 (0.30 g, 収率 96%) を得た。このものは、これ以上精製せずに次の反応に用いた。

15 合成例 1 4 0

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイルクロリド塩酸塩

合成例 1 3 9 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩を用いて表題化合物を非晶質として得た。収率 96%。このものは、これ以上精製せずに次の反応に用いた。

合成例 1 4 1

N-(4-ピリジニル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド二塩酸塩

25 4-アミノピリジン (71.5 mg, 0.760 mmol) およびトリエチルアミン (0.116 mL, 0.829 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (1 mL) 溶液に、氷冷下で 4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイルクロリド塩酸塩 (0.30 g, 0.691 mmol) を加え、混合物を室温で 1 時

間攪拌した。反応液に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（酢酸エチル/メタノール 19:1）に供し、表題化合物の遊離塩基（0.31 g、収率 98%）を油状物として得た。これを 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液で塩酸塩にした後、減  
5 圧濃縮し、メタノール-酢酸エチルから再結晶し、表題化合物（0.29 g、収率 74%）を得た。

融点 194-198 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.49 (6H, s), 2.22 (2H, s), 3.20 (2H, s), 3.96 (3H, s), 7.13 (1H, s), 7.84 (2H, d, J=8.0 Hz), 8.45 (2H, d, J=8.0 Hz), 8.63  
10 (2H, d, J=7.0 Hz), 8.82 (2H, d, J=7.0 Hz), 12.55 (1H, s)。

#### 合成例 1 4 2

N-(3-ピリジニル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド二塩酸塩

合成例 1 4 1 と同様の方法により、3-アミノピリジンを用いて表題化合物を得た。

15 収率 85%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.49 (6H, s), 2.23 (2H, s), 3.20 (2H, s), 3.96 (3H, s), 7.14 (1H, s), 7.84 (2H, d, J=8.0 Hz), 8.08-8.17 (1H, m), 8.46 (2H, d, J=8.0 Hz), 8.71 (1H, d, J=5.4 Hz), 9.10 (1H, d, J=7.6 Hz), 9.56 (1H, s),  
20 12.15 (1H, s)。

#### 合成例 1 4 3

N-(2-ピリジニル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド二塩酸塩

合成例 1 4 1 と同様の方法により、2-アミノピリジンを用いて表題化合物を得た。

25 収率 74%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.49 (6H, s), 2.22 (2H, s), 3.20 (2H, s), 3.96 (3H, s), 7.13 (1H, s), 7.38-7.46 (1H, m), 7.83 (2H, d, J=7.8 Hz), 7.91-7.99

(1H, m), 8.12-8.20 (1H, m), 8.37 (2H, d, J=7.8 Hz), 8.53 (1H, d, J=4.4 Hz), 12.04 (1H, s)。

#### 合成例 1 4 4

5 N-(4-ピリジニルメチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド二塩酸塩

合成例 1 4 1 と同様の方法により、4-(アミノメチル)ピリジンを用いて表題化合物を得た。収率 75%。

融点 220-225 °C (メタノール-酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.48 (6H, s), 2.22 (2H, s), 3.19 (2H, s), 3.95  
10 (3H, s), 4.77 (2H, d, J=5.4 Hz), 7.13 (1H, s), 7.78 (2H, d, J=8.4 Hz), 7.98 (2H, d, J=6.2 Hz), 8.23 (2H, d, J=8.4 Hz), 8.87 (2H, d, J=6.2 Hz), 9.96-10.03 (1H, m)。

#### 合成例 1 4 5

15 N-(3-ピリジニルメチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド二塩酸塩

合成例 1 4 1 と同様の方法により、3-(アミノメチル)ピリジンを用いて表題化合物を得た。定量的。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.47 (6H, s), 2.22 (2H, s), 3.18 (2H, s), 3.95  
20 (3H, s), 4.70 (2H, d, J=4.0 Hz), 7.12 (1H, s), 7.77 (2H, d, J=8.0 Hz), 8.01-8.08 (1H, m), 8.22 (2H, d, J=8.0 Hz), 8.58 (1H, d, J=7.4 Hz), 8.85 (1H, d, J=5.2 Hz), 8.95 (1H, s), 9.95-10.04 (1H, m)。

#### 合成例 1 4 6

25 N-(2-ピリジニルメチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド二塩酸塩

合成例 1 4 1 と同様の方法により、2-(アミノメチル)ピリジンを用いて表題化合物を得た。収率 75%。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.48 (6H, s), 2.21 (2H, s), 3.19 (2H, s), 3.95 (3H, s), 4.90 (2H, s), 7.13 (1H, s), 7.78 (2H, d,  $J=7.2$  Hz), 7.90–8.04 (2H, m), 8.24 (2H, d,  $J=7.2$  Hz), 8.46–8.55 (1H, m), 8.85 (1H, d,  $J=4.8$  Hz), 10.05 (1H, s)。

5 合成例 1 4 7

$N$ -[2-(4-ピリジニル)エチル]-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3- $h$ ]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド二塩酸塩  
合成例 1 4 1 と同様の方法により、4-(2-アミノエチル)ピリジンを用いて表題化合物を得た。収率 83%。

10 非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.47 (6H, s), 2.18 (2H, s), 3.16–3.27 (4H, m), 3.65–3.76 (2H, m), 3.95 (3H, s), 7.12 (1H, s), 7.72 (2H, d,  $J=7.6$  Hz), 7.96–8.12 (4H, m), 8.84 (2H, d,  $J=5.6$  Hz), 9.25 (1H, br s)。

合成例 1 4 8

- 15  $N$ -(4-ピリジニルメチル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3- $h$ ]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド  
4-(アミノメチル)ピリジン (0.129 mL、1.27 mmol) およびトリエチルアミン (0.193 mL、1.38 mmol) の  $N,N$ -ジメチルホルムアミド (5 mL) 溶液に、氷冷下で 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3- $h$ ]イソキノリン-1-イル)ベンゾイルクロリド塩酸塩 (0.50 g、1.15 mmol) を加え、混合物を氷冷下で 30 分間攪拌した。反応液に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル–ジイソプロピルエーテルから再結晶し、表題化合物 (0.32 g、収率 59%) を得た。

融点 197–198 °C。

- 25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.19 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.18 (2H, s), 2.63 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.59 (2H, d,  $J=6.0$  Hz), 6.61 (1H, s), 7.19 (2H, d,  $J=5.8$  Hz), 7.41–7.53 (3H, m), 7.93–8.01 (2H, m), 8.51–8.56 (2H, m)。

合成例 1 4 9

N-[2-(4-ピリジニル)エチル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 148 と同様の方法により、4-(2-アミノエチル)ピリジンを用いて表題化合物を得た。収率 68%。

- 5 融点 144-145 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.68 (2H, s), 2.91 (2H, t, J=7.2 Hz), 3.70 (2H, q, J=7.2 Hz), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.65 (1H, br s), 7.17 (2H, d, J=6.2 Hz), 7.41-7.50 (2H, m), 7.79 (1H, s), 7.81-7.87 (1H, m), 8.51 (2H, d, J=6.2 Hz)。

- 10 合成例 150

N-(2-ピリミジニル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド二塩酸塩

- 2-アミノピリミジン (72.3 mg、0.760 mmol) のピリジン (3 mL) 溶液に 4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイルクロリド塩酸塩 (0.30 g、0.691 mmol) を加え、混合物を室温で 2 時間攪拌した。反応液に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液で塩酸塩にした後に減圧濃縮し、表題化合物 (0.29 g、収率 79%) を得た。

- 20 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.48 (6H, s), 2.18 (2H, s), 3.20 (2H, s), 3.97 (3H, s), 7.11 (1H, s), 7.38-7.51 (1H, m), 7.83 (2H, d, J=8.0 Hz), 8.50 (2H, d, J=8.0 Hz), 8.92-9.98 (2H, m), 11.82 (1H, br s)。

合成例 151

- 25 N-ピラジニル-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

アミノピラジン (72.3 mg、0.760 mmol) のピリジン (3 mL) 溶液に 4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イ

ル)ベンゾイルクロリド塩酸塩 (0.30 g, 0.691 mmol) を加え、混合物を室温で 5 時間攪拌した。反応液に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル/メタノール 19:1) に供し、表題化合物 (0.27 g, 収率 86%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.64 (1H, s), 7.58 (2H, d, J=8.4 Hz), 7.99 (2H, d, J=8.4 Hz), 8.27-8.33 (1H, m), 8.42 (1H, d, J=2.6 Hz), 8.61 (1H, br s), 9.75 (1H, d, J=1.6 Hz)。

#### 10 合成例 1 5 2

N-(6-クロロ-3-ピリダジニル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 1 5 1 と同様の方法により、3-アミノ-6-クロロピリダジンを用いて表題化合物を得た。収率 85%。

#### 15 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.64 (1H, s), 6.74 (1H, d, J=9.2 Hz), 7.25 (1H, d, J=9.2 Hz), 7.59 (2H, d, J=8.4 Hz), 8.00 (2H, d, J=8.4 Hz), 9.18 (1H, br s)。

#### 合成例 1 5 3

#### 20 N-(4-ピリジニル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

4-アミノピリジン (0.119 g, 1.27 mmol) のピリジン (5 mL) 溶液に 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイルクロリド塩酸塩 (0.50 g, 1.15 mmol) を加え、混合物を 50 °C で 1 時間攪拌した。反応液に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから再結晶し、表題化合物 (0.25 g, 収率 48%) を得た。

融点 175-176 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.22 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.64 (1H, s), 7.48-7.58 (2H, m), 7.72-7.88 (2H, m), 8.00-8.06 (2H, m), 8.48-8.54 (2H, m), 9.71 (1H, br s)。

#### 合成例 154

- 5 N-(3,5-ジクロロ-4-ピリジニル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド
- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩 (2.17 g, 5.22 mmol) および塩化チオニル (2 mL) の混合物を、70 °C で 1 時間攪拌した。反応液を減圧濃縮し、残渣にトルエンを加えて、再び減圧濃縮した。4-アミノ-3,5-ジクロロピリジン (0.50 g, 3.07 mmol) の
- 10 N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) を氷冷し、水素化ナトリウム (66% 油分散物) (0.379 g, 10.4 mmol) を加え、さらに先に調製した酸クロリドを加えた。混合物を室温で 30 分間攪拌した後、氷水に注ぎ、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル) に供した後、酢酸エチル-ヘキサンから再結晶し、表題化合物 (0.35 g、収率 22%) を得た。
- 15

融点 227-228 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.23 (2H, s), 2.66 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.52 (1H, t, J=7.8 Hz), 7.69 (1H, t, J=7.8 Hz), 8.00-8.06
- 20 (2H, m), 8.57 (2H, s), 9.02 (1H, br s)。

#### 合成例 155

- N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]グリシン エチルエステル塩酸塩
- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩 (5.00 g, 12.0 mmol)、グリシンエチルエステル塩酸塩 (1.85 g, 13.2 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (2.03 g, 13.2 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (30 mL) 溶液にトリエチルアミン (5.86 mL, 42.0 mmol) を加え、さらに 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノ
- 25

プロピル)カルボジイミド塩酸塩 (3.00 g、15.6 mmol) を加えた。混合物を室温で 5 時間攪拌した後、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液に注いだ。これを酢酸エチルで抽出した後、抽出液を水洗、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1) に供し、表題化合物の遊離塩基 (5.05 g、収率 94%) を得た。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.30 (3H, t,  $J=7.2$  Hz), 1.31 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.21–4.30 (4H, m), 6.62 (1H, s), 6.89–6.95 (1H, m), 7.42–7.55 (2H, m), 7.83–7.91 (2H, m)。

一部を 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液で塩酸塩にした後に減圧濃縮し、表題化合物を得た。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.21 (6H, s), 1.22 (3H, t,  $J=7.8$  Hz), 1.47 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.78 (2H, s), 3.95 (3H, s), 4.03 (2H, t,  $J=6.2$  Hz), 4.12 (2H, q,  $J=7.8$  Hz), 7.12 (1H, s), 7.75–7.83 (2H, m), 8.16 (1H, s), 8.22–8.29 (1H, m), 9.28–9.35 (1H, m)。

#### 合成例 156

N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]グリシン塩酸塩

N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]グリシン エチルエステル (5.00 g、11.1 mmol) のエタノール (20 mL) 溶液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (5 mL) を加え、混合物を室温で 1 時間攪拌した。反応液に 5 M 塩酸 (7.5 mL) を加えて、減圧濃縮した。残渣にエタノールを加えてろ過し、ろ液を減圧濃縮する操作を 3 回繰り返した。残渣にジイソプロピルエーテルを加えて析出物をろ取、乾燥し、表題化合物 (5.15 g、収率 98%) を得た。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.47 (6H, s), 2.21 (2H, s), 3.18 (2H, s), 3.95 (3H, s), 3.96–4.06 (2H, m), 7.12 (1H, s), 7.70–7.82 (2H, m), 8.18–8.28 (2H,



m), 9.20-9.28 (1H, m)。

#### 合成例 157

N-(2-アミノ-2-オキソエチル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

- 5 N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]グリシン塩酸塩 (0.80 g, 1.69 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (0.285 g, 1.86 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (4 mL) 溶液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (0.422 g, 2.20 mmol) を加え、室温で 5 時間攪拌した。これに濃アンモニア水 (1.7 mL) を加え、室温でさらに 1.5 時間攪拌した。反応液に水を加えて、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチルから酢酸エチル/メタノール 19:1) に供し、表題化合物 (0.43 g, 収率 58%) を得た。一部を酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから再結晶した。
- 10

- 15 融点 141-142 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.16 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.08 (2H, d, J=5.0 Hz), 5.72 (1H, br s), 6.33 (1H, br s), 6.62 (1H, s), 7.43-7.55 (2H, m), 7.62-7.70 (1H, m), 7.89-7.99 (2H, m)。

#### 合成例 158

- 20 N-[2-(メチルアミノ)-2-オキソエチル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 157 と同様の方法により、40% メチルアミン/メタノール溶液を用いて表題化合物を得た。収率 40%。

融点 212-213 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

- 25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.16 (2H, s), 2.68 (2H, s), 2.83 (3H, d, J=4.8 Hz), 3.93 (3H, s), 4.05 (2H, d, J=4.8 Hz), 6.21 (1H, br s), 6.62 (1H, s), 7.42-7.55 (3H, m), 7.88-7.96 (2H, m)。

#### 合成例 159

N-[2-オキソ-2-(フェニルアミノ)エチル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

- N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]グリシン塩酸塩 (0.80 g, 1.69 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (0.285 g, 1.86 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (4 mL) 溶液に、トリエチルアミン (0.707 mL, 5.07 mmol) およびアニリン (0.170 mL, 1.86 mmol) を加え、さらに 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (0.422g, 2.20 mmol) を加えて、混合物を室温で 2 時間攪拌した。反応液に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 から酢酸エチル/メタノール 19:1) に供し、表題化合物 (0.30 g, 収率 35%) を得た。

非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.27 (6H, s), 2.14 (2H, s), 2.65 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.21 (2H, d, J=5.6 Hz), 6.62 (1H, s), 7.10 (1H, t, J=7.6 Hz), 7.26-7.41 (3H, m), 7.46-7.57 (3H, m), 7.87-7.94 (2H, m), 8.06-8.15 (1H, m), 8.90 (1H, s)。

合成例 160

- N-[2-オキソ-2-[(4-ピリジニルメチル)アミノ]エチル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 159 と同様の方法により、4-(アミノメチル)ピリジンを用いて表題化合物を得た。収率 62%。

融点 197-198 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.16 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.12 (2H, d, J=5.4 Hz), 4.43 (2H, d, J=6.0 Hz), 6.62 (1H, s), 7.11-7.19 (3H, m), 7.41-7.50 (2H, m), 7.65-7.71 (1H, m), 7.84-7.91 (1H, m), 7.97 (1H, s), 8.48-8.55 (2H, m)。

## 合成例 1 6 1

N-[2-オキソ-2-[[2-(4-ピリジニル)エチル]アミノ]エチル]-3-[3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル]ベンズアミド

- 5 合成例 1 5 9 と同様の方法により、4-(2-アミノエチル)ピリジンを用いて表題化合物を得た。収率 82%。

非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.20 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.66 (2H, s), 2.81 (2H, t, J=6.0 Hz), 3.52 (2H, q, J=6.0 Hz), 3.92 (3H, s), 3.97 (2H, d, J=5.4 Hz), 6.61 (1H, s), 6.72-6.78 (1H, m), 7.10 (2H, d, J=6.2 Hz), 7.41-7.50 (2H, m), 7.76-7.81 (1H, m), 7.88-7.94 (1H, m), 7.98 (1H, s), 8.41-8.47 (2H, m)。
- 10

## 合成例 1 6 2

N-[2-(3-ピリジニル)エチル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

- 15 合成例 1 5 9 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および 3-(2-アミノエチル)ピリジンから、表題化合物を得た。収率 88%。

非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.18 (2H, s), 2.68 (2H, s), 2.87-2.96 (2H, m), 3.69 (2H, q, J=6.6 Hz), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.71 (1H, br s), 7.21-7.28 (1H, m), 7.43-7.48 (2H, m), 7.58-7.62 (1H, m), 7.80-7.86 (2H, m), 8.48-8.50 (2H, m)。
- 20

## 合成例 1 6 3

N-[2-(2-ピリジニル)エチル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

- 25 合成例 1 5 9 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および 2-(2-アミノエチル)ピリジンから、表題化合物を得た。収率 71%。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.27 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.09 (2H, t,  $J=6.2$  Hz), 3.85 (2H, q,  $J=6.2$  Hz), 3.94 (3H, s), 6.64 (1H, s), 7.10-7.22 (2H, m), 7.40-7.51 (2H, m), 7.58-7.70 (2H, m), 7.80 (1H, m), 7.84-7.90 (1H, m), 8.42 (1H, d,  $J=4.4$  Hz)。

#### 合成例 164

N-[3-(4-ピリジニル)プロピル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 159 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および 4-(3-アミノプロピル)ピリジンから、表題化合物を得た。収率 63%。

融点 175-176 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.29 (6H, s), 1.82-1.99 (2H, m), 2.16 (2H, s), 2.62-2.72 (4H, m), 3.41-3.50 (2H, m), 3.92 (3H, s), 6.60-6.65 (1H, m), 7.13 (2H, d,  $J=6.0$  Hz), 7.43-7.46 (2H, m), 7.83-7.90 (2H, m), 8.50 (2H, d,  $J=6.0$  Hz)。

#### 合成例 165

N-[3-(3-ピリジニル)プロピル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 159 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および 3-(3-アミノプロピル)ピリジンから、表題化合物を得た。収率 55%。

融点 161-162 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.21 (6H, s), 1.29 (6H, s), 1.79-1.95 (2H, m), 2.14-2.18 (2H, m), 2.60-2.69 (4H, m), 3.38-3.49 (2H, m), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 6.81-6.90 (1H, m), 7.18-7.24 (1H, m), 7.41-7.55 (3H, m), 7.86-7.93 (2H, m), 8.42-8.47 (2H, m)。

#### 合成例 166

N-[3-(1H-イミダゾール-1-イル)プロピル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 1 5 9 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および

5 1-(3-アミノプロピル)イミダゾールから、表題化合物を得た。収率 70%。

融点 104-106 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.04 (2H, quintet, J=7.0 Hz), 2.18 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.36-3.47 (2H, m), 3.93 (3H, s), 4.01 (2H, t, J=7.0 Hz), 6.62 (1H, s), 6.90-6.97 (2H, m), 7.05 (1H, s), 7.44-7.50 (3H, m),  
10 7.85-7.90 (2H, m)。

#### 合成例 1 6 7

N-[2-[4-(アミノスルホニル)フェニル]エチル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 1 5 9 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および  
15 4-(2-アミノエチル)ベンゼンスルホンアミドから、表題化合物を得た。収率 85%。

融点 138-139 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.28 (6H, s), 2.15 (2H, s), 2.68 (2H, s), 2.91-2.98 (2H, m), 3.63-3.75 (2H, m), 3.93 (3H, s), 5.22 (2H, br s), 6.62 (1H, s),  
20 s), 6.78-6.84 (1H, m), 7.33 (2H, d, J=8.0 Hz), 7.46 (2H, d, J=4.8 Hz), 7.73-7.80 (3H, m), 7.83-7.89 (1H, m)。

#### 合成例 1 6 8

N-(ヘキサヒドロ-2-オキソ-1H-アゼピン-3-イル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

25 合成例 1 5 9 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および 3-アミノヘキサヒドロ-2-アゼピノンから、表題化合物を得た。収率 65%。

融点 187-188 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (3H, s), 1.27 (3H, s), 1.30 (6H, s), 1.50-2.25 (6H, m), 2.16 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.18-3.40 (2H, m), 3.93 (3H, s), 4.68-4.77 (1H, m), 6.41 (1H, br s), 6.62 (1H, s), 7.41-7.49 (2H, m), 7.75-7.80 (1H, m), 7.88-7.96 (2H, m)。

5 合成例 1 6 9

N-(ヘキサヒドロ-5-オキソ-1,4-チアゼピン-6-イル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 1 5 9 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および  
10 6-アミノ-1,4-チアゼピン-5-オンから、表題化合物を得た。収率 51%。

融点 206-207 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.14 (2H, s), 2.50-2.89 (3H, m), 2.71 (2H, s), 2.87-2.97 (1H, m), 3.58-3.83 (2H, m), 3.93 (3H, s), 5.05-5.13  
15 (1H, m), 6.62 (1H, s), 6.80-6.88 (1H, m), 7.45-7.50 (2H, m), 7.89-7.96 (3H, m)。

合成例 1 7 0

N-[2-(4-ピリジニルアミノ)エチル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

20 合成例 1 5 9 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および 4-[(2-アミノエチル)アミノ]ピリジンから、表題化合物を得た。収率 53%。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.22 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.66 (2H, s),  
25 3.30-3.39 (2H, m), 3.60-3.70 (2H, m), 3.92 (3H, s), 5.12-5.18 (1H, m), 6.44 (2H, d,  $J=5.2$  Hz), 6.62 (1H, s), 7.38-7.44 (3H, m), 7.82-7.90 (2H, m), 8.14 (2H, d,  $J=5.2$  Hz)。

合成例 1 7 1

N-[2-(2-ピリジニルアミノ)エチル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 159 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および

5 2-[(2-アミノエチル)アミノ]ピリジンから、表題化合物を得た。収率 33%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (12H, s), 2.14 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.63 (4H, s), 3.93 (3H, s), 4.91 (1H, br s), 6.40-6.52 (2H, m), 6.64 (1H, s), 7.29-7.39 (1H, m), 7.43-7.48 (2H, m), 7.84 (1H, s), 7.90-7.99 (2H, m), 8.49 (1H, br s)。

10 合成例 172

N-[2-(ジエチルアミノ)エチル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド二塩酸塩

合成例 155 と同様の方法により、N,N-ジエチルエチレンジアミンを用いて表題化合物を得た。収率 47%。

15 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (6H, t, J=7.4 Hz), 1.24 (6H, s), 1.48 (6H, s), 2.20 (2H, s), 3.12-3.32 (4H, m), 3.62-3.81 (6H, m), 3.95 (3H, s), 7.12 (1H, s), 7.72-7.81 (2H, m), 8.25-8.34 (2H, m)。

合成例 173

20 N-(8-メチル-8-アザビシクロ[3.2.1]オクト-3-イル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド二塩酸塩

合成例 155 と同様の方法により、3-アミノ-8-メチル-8-アザビシクロ[3.2.1]オクタンを用いて表題化合物を得た。収率 49%。

25 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.43 (6H, s), 2.17-2.80 (14H, m), 2.96-3.22 (2H, m), 3.85 (2H, br s), 3.95 (3H, s), 7.12 (1H, s), 7.72-7.79 (2H, m), 8.14-8.19 (1H, m), 8.27 (1H, s)。

## 合成例 174

- N-(1-アザビシクロ[2.2.2]オクト-3-イル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド二塩酸塩  
 合成例 155 と同様の方法により、3-アミノ-1-アザビシクロ[2.2.2]オクタンを用  
 5 いて表題化合物を得た。収率 49%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.48 (6H, s), 1.88-2.38 (7H, m), 3.18-3.83 (8H, m), 3.97 (3H, s), 4.27-4.48 (1H, m), 7.12 (1H, s), 7.70-7.78 (2H, m), 8.22-8.33 (1H, m), 8.43 (1H, s)。

## 10 合成例 175

N-(2-アミノ-2-オキソエチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テ  
 トラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

- 合成例 159 と同様の方法により、4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および  
 15 グリシンアミド塩酸塩から、表題化合物を得た。収率 31%。

融点 135-136 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.18 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.13 (2H, d, J=5.0 Hz), 5.85 (1H, br s), 6.56-6.65 (2H, m), 7.44-7.57 (3H, m), 7.86 (2H, d, J=8.0 Hz)。

## 20 合成例 176

2-メチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
 [2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]アラニン エチルエステル

- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノ  
 リン-1-イル)安息香酸塩酸塩 (0.80 g, 1.92 mmol)、1-ヒドロキシ-1H-ベンゾト  
 25 リアゾール-水和物 (0.324 g, 2.11 mmol)、2-アミノイソ酪酸エチル塩酸塩 (0.355 g, 2.11 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (4 mL) 溶液に、トリエチルアミン (0.938 mL, 6.72 mmol) および 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (0.479 g, 2.50 mmol) を加え、混合物を室温で 2 時間攪拌した。



反応液に水を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（酢酸エチル/メタノール 1:1）に供した後、ジイソプロピルエーテル-ヘキサンから再結晶し、表題化合物（0.63 g、収率 67%）を得た。

5 融点 114-115 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.28 (3H, t, J=7.0 Hz), 1.30 (6H, s), 1.67 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.23 (2H, q, J=7.0 Hz), 6.62 (1H, s), 6.88 (1H, br s), 7.42-7.51 (2H, m), 7.81-7.91 (2H, m)。

合成例 177

- 10 2-メチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]アラニン塩酸塩  
2-メチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]アラニン エチルエステル (2.60 g、  
5.28 mmol) のエタノール (10 mL) 溶液に 1 M 水酸化ナトリウム水溶液 (8.0 mL)
- 15 を加え、混合物を室温で 12 時間攪拌した。反応液に 1 M 塩酸 (13.5 mL) を加え、  
減圧濃縮した。残渣にエタノールを加えてろ過し、ろ液を減圧濃縮する操作を 3 回  
繰り返した。残渣を酢酸エチルから結晶化し、表題化合物 (2.38 g、収率 90%) を  
得た。

融点 197-201 °C。

- 20 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.24 (6H, br s), 1.49 (6H, s), 1.53 (6H, s), 2.22-2.30 (2H,  
m), 3.10-3.22 (2H, m), 3.95 (3H, s), 7.12 (1H, s), 7.65-7.78 (2H, m), 8.16-8.22  
(1H, m), 8.30 (1H, s), 8.90 (1H, m)。

合成例 178

- N-(2-アミノ-1,1-ジメチル-2-オキソエチル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキ  
シ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド
- 25 2-メチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]アラニン塩酸塩 (1.85 g、3.69 mmol)、  
1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (0.622 g、4.06 mmol) の N,N-ジ

メチルホルムアミド (20 mL) 溶液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (0.920 g, 4.80 mmol) を加え、混合物を室温で 15 分間攪拌した。これに濃アンモニア水 (3.7 mL) を加え、室温でさらに 15 分間攪拌した。反応液に水を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。

- 5 残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル/ヘキサン 9:1 から酢酸エチル/メタノール 19:1) に供した後、酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから再結晶し、表題化合物 (1.05 g、収率 61%) を得た。

融点 129-131 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.31 (6H, s), 1.69 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 5.58 (1H, br s), 6.48 (1H, br s), 6.62 (1H, s), 7.11 (1H, s), 7.42-7.48 (2H, m), 7.86-7.90 (2H, m)。

合成例 179

N-メチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

- 15 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩 (0.80 g, 1.92 mmol)、1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (0.324 g, 2.11 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (4 mL) 溶液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (0.479 g, 2.50 mmol) を加え、室温で 20 分間攪拌した。反応液に 40% メチルアミン/メタノール溶液 (1.0 mL) を加え、混合物を室温でさらに 2 時間攪拌した。反応液に水を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから再結晶し、表題化合物 (0.39 g、収率 62%) を得た。

融点 206-207 °C。

- 25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.16 (2H, s), 2.67 (2H, s), 2.98 (3H, d, J=4.6 Hz), 3.93 (3H, s), 6.58-6.70 (1H, m), 6.62 (1H, s), 7.40-7.48 (2H, m), 7.78 (1H, s), 7.83-7.90 (1H, m)。

[別途合成法]

- 1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラン)-2-メチル-1-プロパノール (1.13 g, 4.50 mmol)、3-シアノ-N-メチルベンズアミド (0.60 g, 3.75 mmol)、酢酸 (4 mL) およびトルエン (6 mL) の混合物を氷冷し、濃硫酸 (0.519 mL、9.75 mmol) を加えた。混合物を 80 °C で 1 時間攪拌した後、反応液を室温に戻して水を加えた。これをジエチルエーテルで洗浄した後、水層を濃アンモニア水で塩基性にして酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから結晶化し、0.79 g を得た。これを酢酸エチルから再結晶し、表題化合物 (0.61 g、収率 42 %) を得た。

融点 202-203 °C。

10 合成例 180

N-エチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

- 合成例 157 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および  
15 70% エチルアミン水溶液から、表題化合物を得た。収率 58%。

融点 186-187 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (3H, t, J=5.4 Hz), 1.25 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.41-3.55 (2H, m), 3.93 (3H, s), 6.38-6.45 (1H, m), 6.62 (1H, s), 7.42-7.48 (2H, m), 7.78 (1H, s), 7.85-7.91 (1H, m)。

20 合成例 181

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-N-フェニル-1-フロ[2,3-h]イソキノリンアミン

- N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラン)-1,1-ジメチルエチル]-N'-フェニル尿素 (0.68 g, 1.85 mmol) のオキシ塩化リン (3 mL) 溶液に  
25 五酸化二リン (0.68 g, 2.41 mmol) を加え、混合物を 80 °C で 10 分間攪拌した。反応混合物を過剰の飽和炭酸水素ナトリウム水溶液に加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:2) に供し、表題化合物 (0.34 g、収率 52%) を得た。一

部をヘキサン-酢酸エチルから再結晶した。

融点 135-136 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.17 (6H, s), 1.51 (6H, s), 2.79 (2H, s), 3.53 (2H, s), 3.91 (3H, s), 4.59 (1H, br s), 6.52 (1H, s), 6.88-6.93 (2H, m), 6.95-7.04 (1H, m),  
5 7.29-7.37 (2H, m)。

#### 合成例 182

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-N-(4-メトキシフェニル)-3,3,8,8-テトラメチル-1-フロ[2,3-h]イソキノリンアミン

N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-1,1-ジメチル  
10 エチル]-N'-(4-メトキシフェニル)尿素 (1.00 g, 2.51 mmol)、オキシ塩化リン (1.92 g, 12.6 mmol) およびトルエン (10 mL) の混合物を、室温で 2 時間、さらに 80 °C で 30 分間攪拌した。反応液を過剰の水酸化ナトリウム水溶液に注ぎ、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:3) に供し、表題化合物 (0.50 g,  
15 収率 52%) を得た。一部をヘキサン-酢酸エチルから再結晶した。

融点 139-140 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.17 (6H, s), 1.51 (6H, s), 2.78 (2H, s), 3.53 (2H, s), 3.80 (3H, s), 3.90 (3H, s), 4.62 (1H, br s), 6.52 (1H, s), 6.81-6.93 (4H, m)。

#### 合成例 183

20 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(1-ピペリジニル)フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 182 と同様の方法により、N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-1,1-ジメチルエチル]-1-ピペリジンカルボキサミドから表題化合物の遊離塩基を得た。これをエタノールに溶解し、4M 塩化水素/酢酸エチル  
25 溶液を加えた後、減圧濃縮した。残渣をエタノール-ジエチルエーテルから再結晶し、表題化合物を得た。収率 20%。

融点 137-139 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.42 (6H, s), 1.64 (6H, s), 2.86 (2H, s), 3.12

(2H, s), 3.42-3.75 (4H, m), 3.86 (3H, s), 6.96 (1H, s), 9.31 (1H, s)。

#### 合成例 184

8',9'-ジヒドロ-6'-メトキシ-8',8'-ジメチル-1'-フェニルスピロ[シクロヘキサン-1,3'(4'H)-フロ[2,3-h]イソキノリン]塩酸塩

- 5 5-(シクロヘキシリデンメチル)-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチルベンゾフラン (0.85 g, 3.12 mmol) およびベンゾニトリル (0.350 mL, 3.43 mmol) の酢酸 (4 mL) 溶液に濃硫酸 (0.333 mL, 6.24 mmol) を加え、混合物を 80 °C で 10 分間攪拌した。反応液を水酸化ナトリウム水溶液に加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1) に供し、表題化合物の遊離塩基 (0.54 g、収率 46%) を油状物として得た。これをエタノールに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加えた後、減圧濃縮した。残渣をエタノール-ジイソプロピルエーテルから沈殿させ、表題化合物 (0.51 g、収率 40%) を得た。
- 10

非晶質。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.25-1.85 (10H, m), 2.15 (2H, s), 3.31 (2H, s), 3.94 (3H, s), 7.19 (1H, s), 7.58-7.80 (5H, m)。

#### 合成例 185

8',9'-ジヒドロ-6'-メトキシ-1'-(4-メトキシフェニル)-8',8'-ジメチルスピロ[シクロヘキサン-1,3'(4'H)-フロ[2,3-h]イソキノリン]塩酸塩

- 20 合成例 184 と同様の方法により、4-メトキシベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 45%。

非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.32-1.80 (10H, m), 2.31 (2H, s), 3.33 (2H, s), 3.88 (3H, s), 3.92 (3H, s), 7.14 (1H, s), 7.16 (2H, d, J=8.6 Hz), 7.55 (2H, d, J=8.6 Hz)。
- 25

#### 合成例 186

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-6-(1-メチルエトキシ)-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 99 と同様の方法により 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールおよび 2-ヨードプロパンから表題化合物の遊離塩基を得た。これをヘキサンに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ヘキサン-酢酸エチルから結晶化させて表題化合物を得た。収率 71%。

融点 154-155 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.33 (6H, d, J = 6.0 Hz), 1.44 (6H, s), 2.15 (2H, s), 3.15 (2H, s), 4.82-4.95 (1H, m), 7.10 (1H, s), 7.62-7.77 (5H, m)。

合成例 187

- 10 6-(シクロペンチルオキシ)-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 99 と同様の方法により 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールおよびプロモシクロペンタンから表題化合物を得た。収率 43%。

- 15 融点 73-74 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.28 (6H, s), 1.55-2.00 (8H, m), 2.15 (2H, s), 2.66 (2H, s), 4.84-4.92 (1H, m), 6.59 (1H, s), 7.38 (5H, s)。

合成例 188

- 20 酢酸 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イルエステル塩酸塩

- 25 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (567 mg, 1.76 mmol) のピリジン (2 mL) 溶液に無水酢酸 (2 mL) を加え、室温で 12 時間攪拌した。反応混合物に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ヘキサン-酢酸エチルから結晶化させて表題化合物 (533 mg、収率

76%) を得た。

融点 155-165 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.45 (6H, s), 2.23 (2H, s), 2.31 (3H, s), 3.16 (2H, s), 7.22 (1H, s), 7.66-7.80 (5H, m)。

5 合成例 189

安息香酸 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イルエステル塩酸塩

合成例 188 と同様の方法によりベンゾイルクロリドを用いて表題化合物を得た。  
収率 75%。

10 融点 160-165 °C (酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.47 (6H, s), 2.28 (2H, s), 3.18 (2H, s), 7.34 (1H, s), 7.60-7.85 (8H, m), 8.14 (2H, d, J = 7.4 Hz)。

合成例 190

6-プトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
15 [2,3-h]イソキノリン

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (495 mg, 1.54 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (5 mL) 溶液に水素化ナトリウム (66% 油分散物) (61 mg, 1.69 mmol) および 1-ヨードブタン (0.19 mL, 1.65 mmol) を順に加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物を水に注ぎ、酢  
20 酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水 (2 回) および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1 の後 3:1) に供し、ヘキサンから再結晶して表題化合物 (357 mg、収率 61%) を得た。

融点 99-101 °C。

25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.98 (3H, t, J = 7.4 Hz), 1.25 (6H, s), 1.29 (6H, s), 1.39-1.58 (2H, m), 1.68-1.90 (2H, m), 2.17 (2H, s), 2.67 (2H, s), 4.10 (2H, t, J = 7.0 Hz), 6.60 (1H, s), 7.38 (5H, s)。

合成例 191

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-6-プロポキシフロ  
[2, 3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 190 と同様の方法により 1-ヨードプロパンを用いて表題化合物の遊離塩  
基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減

5 圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 91%。

非晶質。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  0.97 (3H, t,  $J = 7.3$  Hz), 1.23 (6H, s), 1.44 (6H, s), 1.68-1.88  
(2H, m), 2.16 (2H, s), 3.15 (2H, s), 4.14 (2H, t,  $J = 6.8$  Hz), 7.10 (1H, s),  
7.60-7.80 (5H, m)。

10 合成例 192

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-6-(フェニルメトキシ)  
フロ[2, 3-h]イソキノリン

合成例 190 と同様の方法によりベンジルブロミドを用いて表題化合物を得た。収  
率 74%。

15 融点 129-131 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.22 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.18 (2H, s), 2.62 (2H, s), 5.23  
(2H, s), 6.60 (1H, s), 7.30-7.48 (10H, m)。

合成例 193

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-6-(2-ピリジニルメト

20 キシ)フロ[2, 3-h]イソキノリン二塩酸塩

合成例 190 と同様の方法により 2-(クロロメチル)ピリジン塩酸塩を用いて表題  
化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル  
溶液を加え、減圧濃縮し、エタノール-酢酸エチルから結晶化させて表題化合物を  
得た。収率 90%。

25 融点 170-210 °C。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.33 (6H, s), 1.69 (6H, s), 2.25 (2H, s), 3.05 (2H, s), 5.92  
(2H, s), 7.09 (1H, s), 7.57-7.74 (5H, m), 7.85-7.95 (1H, m), 8.20 (1H, d,  $J$   
 $= 7.6$  Hz), 8.42-8.56 (1H, m), 8.75 (1H, d,  $J = 4.8$  Hz)。



## 合成例 194

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-(3-ピリジニルメトキシ)フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 190 と同様の方法により 3-(クロロメチル)ピリジン塩酸塩を用いて表題

5 化合物を得た。収率 85%。

融点 112-115 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.31 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.70 (2H, s), 5.26 (2H, s), 6.64 (1H, s), 7.33 (1H, d, J = 7.4, 4.8 Hz), 7.43 (5H, s), 7.80 (1H, dd, J = 7.4, 1.6 Hz), 8.59 (1H, dd, J = 4.8, 1.6 Hz), 8.68 (1H, d, J = 1.6 Hz)。

10

## 合成例 195

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-(4-ピリジニルメトキシ)フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 190 と同様の方法により 4-(クロロメチル)ピリジン塩酸塩を用いて表題

15 化合物を得た。収率 79%。

融点 122-124 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.61 (2H, s), 5.25 (2H, s), 6.53 (1H, s), 7.36 (2H, d, J = 6.2 Hz), 7.38 (5H, s), 8.61 (2H, d, J = 6.2 Hz)。

## 20 合成例 196

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-[(3-フェニル-2-プロペニル)オキシ]フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 190 と同様の方法によりシンナミルクロリドを用いて表題化合物を得た。

収率 78%。

25 融点 121-123 °C (ヘキサノージエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.13 (6H, s), 1.21 (6H, s), 2.18 (2H, s), 2.63 (2H, s), 4.78 (2H, d, J = 6.0 Hz), 6.45-6.59 (1H, m), 6.78 (1H, d, J = 16.8 Hz), 6.88 (1H, s), 7.28-7.52 (10H, m)。

## 合成例 197

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-(3-フェニルプロポキシ)フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 合成例 190 と同様の方法により 1-ブロモ-3-フェニルプロパンを用いて表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ヘキサンから結晶化させて表題化合物を得た。収率 89%。  
融点 165-180 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.45 (6H, s), 2.02-2.16 (2H, m), 2.17 (2H, s), 2.74 (2H, t, J = 8.0 Hz), 3.14 (2H, s), 4.19 (2H, t, J = 6.0 Hz), 7.07 (1H, s), 7.18-7.38 (5H, m), 7.63-7.80 (5H, m), 12.68 (1H, br s)。

## 合成例 198

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-[(5-フェニルペンチル)オキシ]フロ[2,3-h]イソキノリン

- 合成例 190 と同様の方法により 1-ブロモ-5-フェニルペンタンを用いて表題化合物を得た。収率 79%。

融点 104-106 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) 1.25 (6H, s), 1.29 (6H, s), 1.45-1.94 (6H, m), 2.17 (2H, s), 2.64 (2H, t, J = 7.8 Hz), 2.67 (2H, s), 4.09 (2H, t, J = 6.8 Hz), 6.58 (1H, s), 7.17-7.35 (5H, m), 7.38 (5H, s)。

## 20 合成例 199

炭酸 エチル (3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル) エステル塩酸塩

- 合成例 190 と同様の方法によりクロロギ酸エチルを用いて表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ヘキサン-酢酸エチルから結晶化させて表題化合物を得た。収率 71%。

融点 144-147 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.29 (3H, t, J = 7.1 Hz), 1.45 (6H, s), 2.25 (2H, s), 3.16 (2H, s), 4.28 (2H, q, J = 7.1 Hz), 7.33 (1H, s), 7.65-7.80 (5H,

m)。

#### 合成例 200

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-[(1-フェニル-1H-テトラゾール-5-イル)オキシ]フロ[2,3-h]イソキノリン

- 5 合成例 190 と同様の方法により 5-クロロ-1-フェニル-1H-テトラゾールを用いて表題化合物を得た。収率 88%。

融点 191-193 °C (ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.27 (6H, s), 2.24 (2H, s), 2.71 (2H, s), 7.09 (1H, s), 7.41 (5H, s), 7.50-7.62 (3H, m), 7.82-7.88 (2H, m)。

#### 10 合成例 201

6-(フルオロメトキシ)-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 190 と同様の方法により ブロモフルオロメタンを用いて表題化合物を得た。収率 75%。

#### 15 融点 120-122 °C (ヘキサノージエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.69 (2H, s), 5.80 (2H, d, J = 54.2 Hz), 6.85 (1H, s), 7.40 (5H, s)。

#### 合成例 202

2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)オキシ]メチル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン

- 20 合成例 190 と同様の方法により N-(プロモメチル)フタルイミドを用いて表題化合物を得た。収率 92%。

融点 191-193 °C (ジエチルエーテル)。

- 25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.20 (6H, s), 1.24 (6H, s), 2.16 (2H, s), 2.62 (2H, s), 5.73 (2H, s), 6.77 (1H, s), 7.38 (5H, s), 7.75-7.79 (2H, m), 7.89-7.94 (2H, m)。

#### 合成例 203

[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)オキシ]酢酸 メチルエステル

合成例 190 と同様の方法によりブロモ酢酸メチルを用いて表題化合物を得た。収率 72%。

融点 82-84 °C (ヘキサノージエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.65 (2H, s), 3.81  
5 (3H, s), 4.78 (2H, s), 6.57 (1H, s), 7.38 (5H, s)。

#### 合成例 204

2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)オキシ]アセトアミド

[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノ  
10 リン-6-イル)オキシ]酢酸 メチルエステル (501 mg, 1.27 mmol) およびシアン化  
ナトリウム (6.2 mg, 0.127 mmol) の混合物に 5 M アンモニア/メタノール溶液 (7  
mL) を加え、封管中、45 °C で 5 時間攪拌した。メタノールを減圧留去し、残渣に  
水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶  
液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。得られた結晶をジエ  
15 チルエーテルで洗浄し、表題化合物 (409 mg、収率 85%) を得た。

融点 117-119 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.20 (2H, s), 2.68 (2H, s), 4.62  
(2H, s), 5.63 (1H, br s), 6.63 (1H, s), 6.80 (1H, br s), 7.39 (5H, s)。

#### 合成例 205

20 [(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノ  
リン-6-イル)オキシ]酢酸塩酸塩

[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノ  
リン-6-イル)オキシ]酢酸 メチルエステル (1.23 g, 3.13 mmol) のメタノール (6  
mL) 溶液に 2 M 水酸化ナトリウム水溶液 (3.13 mL, 6.26 mmol) を加え、室温で 4  
25 時間攪拌した。メタノールを減圧留去し、残渣に水を注ぎ、2 M 塩酸で中和、4 M 塩  
化水素/酢酸エチル溶液 (1.17 mL, 4.68 mmol) を加え、減圧濃縮した。残渣をメ  
タノールに溶解し、不溶物をろ過し、母液を減圧濃縮した。同様の操作を 2 回繰り  
返した後、表題化合物 (1.17 g、収率 90%) を得た。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.29 (6H, s), 1.54 (6H, s), 2.18 (2H, s), 2.93 (2H, s), 4.66 (2H, s), 6.66 (1H, s), 7.48-7.70 (5H, m)。

#### 合成例 206

- 5 N-メチル-2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルプロ  
[2,3-h]イソキノリン-6-イル)オキシ]アセトアミド塩酸塩  
[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルプロ[2,3-h]イソキノ  
リン-6-イル)オキシ]酢酸塩酸塩 (435 mg, 1.05 mmol) の N,N-ジメチルホルムア  
ミド (4 mL) 溶液に N,N'-カルボニルジイミダゾール (187 mg, 1.15 mmol) を加  
10 え、室温で 2 時間攪拌した。メチルアミン塩酸塩 (78 mg, 1.15 mmol) およびト  
リエチルアミン (0.32 mL, 2.31 mmol) を加え、さらに 5 時間室温で攪拌した。  
反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化  
ナトリウム水溶液で 2 回洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。  
残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後酢  
15 酸エチル) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M  
塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮して表題化合物 (330 mg, 収率 73%) を  
得た。

非晶質。

- $^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.44 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.66 (3H, d, J  
20 = 4.8 Hz), 3.13 (2H, s), 4.72 (2H, s), 6.99 (1H, s), 7.63-7.80 (5H, m), 8.17  
(1H, q, J = 4.8 Hz)。

#### 合成例 207

- N,N-ジメチル-2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルプロ  
[2,3-h]イソキノリン-6-イル)オキシ]アセトアミド  
25 [(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルプロ[2,3-h]イソキノ  
リン-6-イル)オキシ]酢酸塩酸塩 (604 mg, 1.45 mmol) のテトラヒドロフラン (6  
mL) 溶液にトリエチルアミン (0.22 mL, 1.60 mmol) を加え、室温で 3 分間、N,N'-  
カルボニルジイミダゾール (259 mg, 1.60 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した。

反応混合物に 2 M ジメチルアミン/テトラヒドロフラン溶液 (0.80 mL, 1.60 mmol) を加え、室温で 1 時間攪拌し、水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物

5 (422 mg、収率 72%) を得た。

融点 120-140 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.69 (2H, s), 2.99 (3H, s), 3.10 (3H, s), 4.83 (2H, s), 6.67 (1H, s), 7.39 (5H, s)。

合成例 208

10 2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)オキシ]エタンアミン

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (1.20 g, 3.73 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (6 mL) 溶液に水素化ナトリウム (66% 油分散物) (142 mg, 3.92 mmol) を加え、室温で 15 分間攪

15 拌し、N-(2-プロモエチル)フタルイミド (949 mg, 3.73 mmol) を加え、室温で 1 時間、続いて 60 °C で 3 時間攪拌した。N-(2-プロモエチル)フタルイミド (949 mg, 3.73 mmol) および炭酸カリウム (542 mg, 3.92 mmol) を室温で追加し、50 °C で 3 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で 2 回洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ

20 過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 50:1 の後酢酸エチル) に供し、2-[2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)オキシ]エチル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン (707 mg、収率 38%) を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.22 (6H, s), 2.13 (2H, s), 2.62 (2H, s), 4.12 (2H, t, J = 6.4 Hz), 4.39 (2H, t, J = 6.4 Hz), 6.70 (1H, s), 7.35-7.37 (5H, m), 7.70-7.75 (2H, m), 7.84-7.88 (2H, m)。

25 2-[2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)オキシ]エチル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン (708 mg,

1.42 mmol) を エタノール (7 mL) に溶解し、ヒドラジーン水和物 (0.072 mL, 1.50 mmol) を加え、80 °C で 1.5 時間攪拌した。不溶物をろ取り、ろ液を減圧濃縮した。

残渣に希水酸化ナトリウム水溶液を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1 の後酢酸エチル) に供し、ヘキサンジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (56 mg、収率 11%) を得た。

融点 77-79 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.18 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.11 (2H, t, J = 5.3 Hz), 4.08-4.18 (2H, m), 6.63 (1H, s), 7.38 (5H, s)。

#### 合成例 209

2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)オキシ]エタノール

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (459 mg, 1.43 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (4.5 mL) 溶液に 2-ブロモエタノール (0.11 mL, 1.57 mmol) および炭酸カリウム (217 mg, 1.57 mmol) を加え、60 °C で 36 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液 (2 回) で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1 の後 1:1) に供し、ヘキサンジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (366 mg、収率 70%) を得た。

融点 90-92 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.92-3.98 (2H, m), 4.21 (2H, t, J = 4.4 Hz), 6.65 (1H, s), 7.39 (5H, s)。

#### 25 合成例 210

6-(2-フルオロエトキシ)-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 209 と同様の方法により 1-ブロモ-2-フルオロエタンを用いて表題化合物

物を得た。収率 56%。

融点 77-79 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.18 (2H, s), 2.67 (2H, s), 4.29-4.47 (2H, m), 4.64-4.92 (2H, m), 6.65 (1H, s), 7.39 (5H, s)。

5 合成例 2 1 1

ジメチルカルバモチオ酸 0-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)エステル

合成例 2 0 9 と同様の方法によりジメチルチオカルバモイルクロリドを用いて表題化合物を得た。定量的。

10 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.27 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.34 (3H, s), 3.45 (3H, s), 6.76 (1H, s), 7.35-7.47 (5H, m)。

合成例 2 1 2

- 15 ジメチルカルバモチオ酸 0-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)エステル塩酸塩
- ジメチルカルバモチオ酸 0-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)エステル (902 mg, 2.21 mmol) を酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液 (0.55 mL) を加えた。得られた混合物を減圧濃縮し、得られた結晶をジエチルエーテルで洗浄して表題化合物 (946 mg, 20 収率 96%) を得た。

融点 170-180 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.46 (6H, s), 2.22 (2H, s), 3.18 (2H, s), 3.30 (3H, s), 3.36 (3H, s), 7.17 (1H, s), 7.66-7.82 (5H, m)。

合成例 2 1 3

- 25 ジメチルカルバモチオ酸 S-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)エステル塩酸塩
- ジメチルカルバモチオ酸 0-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)エステル (4.92 g, 12.0 mmol) を 190 °C



で 24 時間攪拌した。反応混合物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 5:1 の後 3:1）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.05 (3H, br s), 3.10 (3H, br s), 7.11 (1H, s), 7.40 (5H, s)。

- 5 これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ヘキサン-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (404 mg、収率 8.2%) を得た。

融点 146-148 °C。

- $^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.45 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.94 (3H, s), 3.06  
10 (3H, s), 3.15 (2H, s), 7.40 (1H, s), 7.66-7.77 (5H, s)。

#### 合成例 2 1 4

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-6-(メチルチオ)-1-フェニルフロ  
[2, 3-h]イソキノリン塩酸塩

- ジメチルカルバモチオ酸 S-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フ  
15 エニルフロ[2, 3-h]イソキノリン-6-イル)エステル (539 mg, 1.32 mmol) の 10% 水酸化カリウム水溶液 (5 mL) 溶液を 1 時間加熱還流した。反応混合物に水を注ぎ、2 M 塩酸で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮し、3, 4, 8, 9-テトラヒ  
ドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2, 3-h]イソキノリンチオール  
20 (434 mg) を得た。

- これを N,N-ジメチルホルムアミド (5 mL) に溶解し、水素化ナトリウム (66% 油分散物) (57 mg, 1.58 mmol) を加え、室温で 20 分間、氷冷下ヨードメタン (0.098 mL, 1.58 mmol) を加え、室温で 1 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナ  
25 トリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後 5:1）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、表題化合物 (287 mg、収率 56%) を得た。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.45 (6H, s), 2.20 (2H, s), 2.57 (3H, s), 3.17 (2H, s), 7.20 (1H, s), 7.64–7.80 (5H, m)。

#### 合成例 2 1 5

- 5 6-クロロ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (1.00 g, 3.11 mmol) の  $N,N$ -ジメチルホルムアミド (1 mL) 溶液にオキシ塩化リン (0.44 mL, 4.67 mmol) を加え、90 °C で 15 時間、続いて 130 °C で  
10 3 時間攪拌した。反応混合物を 2 M 水酸化ナトリウム水溶液に注ぎ、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 100:1 の後 30:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ヘキサン-酢酸エチルから結晶化させて表題化合物 (380 mg、収率 33%) を得た。  
15

融点 165–167 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.36 (6H, s), 1.71 (6H, s), 2.31 (2H, s), 3.01 (2H, s), 7.21 (1H, s), 7.55–7.75 (5H, m)。

#### 20 合成例 2 1 6

6-クロロ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(4-ピリジニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン二塩酸塩

合成例 2 1 5 と同様の方法により 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(4-ピリジニル)フェニル]-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールから表題化合物  
25 を得た。収率 30%。

融点 145–155 °C (エタノール-酢酸エチル)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.27 (6H, s), 1.50 (6H, s), 2.40 (2H, s), 3.17 (2H, s), 7.51 (1H, s), 7.85–7.87 (2H, m), 8.37–8.39 (2H, m), 8.47 (2H, d,  $J = 6.3$  Hz), 9.13

(2H, d, J = 6.3 Hz)。

#### 合成例 2 1 7

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-N, 3, 3, 8, 8-ペンタメチル-1-フェニル-6-フロ[2, 3-h]イソキノリンアミン塩酸塩

- 5 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2, 3-h]イソキノリン (518 mg, 1.54 mmol) および塩化アンモニウム (165 mg, 3.09 mmol) の混合物に 40% メチルアミン/メタノール溶液 (5 mL) を加え、封管中、150 °C で 15 時間攪拌した。メタノールを減圧留去し、残渣に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、
- 10 硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1 の後ヘキサン/酢酸エチル/トリエチルアミン 25:25:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.16 (2H, s), 2.72 (2H, s), 2.93 (3H, s), 6.31 (1H, s), 7.40 (5H, s)。

- 15 これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮して表題化合物 (376 mg、収率 76%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.67 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.96 (2H, s), 3.03 (3H, s), 6.35 (1H, s), 7.50-7.70 (5H, m)。

#### 20 合成例 2 1 8

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-N, N, 3, 3, 8, 8-ヘキサメチル-1-フェニル-6-フロ[2, 3-h]イソキノリンアミン二塩酸塩

- 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-N, 3, 3, 8, 8-ペンタメチル-1-フェニル-6-フロ[2, 3-h]イソキノリンアミン (321 mg, 0.865 mmol)、37% ホルムアルデヒド水溶液 (0.14 mL, 1.90 mmol) およびギ酸 (0.16 mL, 4.33 mmol) の混合物を 60 °C で 1.5 時間、100 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物を 2 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグ
- 25

ラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 100:1 の後 10:1）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、酢酸エチルから結晶化させて表題化合物（114 mg、収率 31%）を得た。

融点 105-115 °C。

- 5 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.41 (6H, s), 2.05 (2H, s), 3.05 (2H, s), 3.16 (6H, s), 6.64 (1H, s), 7.53-7.73 (5H, m), 11.69 (1H, br s)。

#### 合成例 2 1 9

N-エチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ  
[2,3-h]イソキノリンアミン塩酸塩

- 10 合成例 2 1 7 と同様の方法により 70% エチルアミン水溶液を用いて表題化合物を得た。収率 21%。

非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.40 (6H, s), 1.70 (3H, t, J = 7.4 Hz), 2.09 (2H, s), 3.04 (2H, s), 3.26-3.50 (2H, m), 6.59 (1H, s), 7.08 (1H, br s),  
15 7.52-7.84 (5H, m), 11.37 (1H, br s)。

#### 合成例 2 2 0

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリンアミン

- 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
20 [2,3-h]イソキノリン (3.77 g, 11.2 mmol) および塩化アンモニウム (1.20 g, 22.5 mmol) の混合物に 5 M アンモニア/メタノール溶液 (40 mL) を加え、封管中、150 °C で 24 時間攪拌した。メタノールを減圧留去し、残渣に水を注ぎ、炭酸水素ナトリウムで中和、酢酸エチルで 3 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカ  
25 ゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 50:1 の後 5:1）に供し、ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物（1.58 g、収率 44%）を得た。

融点 158-162 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (12H, s), 2.15 (2H, s), 2.63 (2H, s), 6.40 (1H, s),

7.36-7.44 (5H, m)。

#### 合成例 2 2 1

N-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)ホルムアミド

- 5   ギ酸 (3 mL) および無水酢酸 (1 mL) の溶液を室温で 1.5 時間攪拌し、3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリンアミン (500 mg, 1.56 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物を 3.5 M 水酸化ナトリウム水溶液に注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮して表
- 10   題化合物 (470 mg、収率 87%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.22 (2H, s), 2.69 (0.6H, s), 2.73 (1.4H, s), 7.40 (6H, s), 8.03 (1H, s), 8.45 (1H, d, J = 1.4 Hz)。

#### 合成例 2 2 2

- 15   N-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)アセトアミド

- 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリンアミン (542 mg, 1.69 mmol) の ピリジン (3 mL) 溶液に無水酢酸 (2 mL) を加え、室温で 12 時間攪拌した。反応混合物に炭酸水素ナトリウム水溶液を注ぎ、
- 20   酢酸エチルで 3 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1) に供し、ヘキサノージエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (445 mg、収率 74%) を得た。

融点 175-180 °C。

- 25   <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.28 (6H, s), 2.20 (2H, s), 2.22 (3H, s), 2.71 (2H, s), 7.32 (1H, s), 7.83 (5H, s), 8.04 (1H, br s)。

#### 合成例 2 2 3

N-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノ

ノリン-6-イル)メタンスルホンアミド

- 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2, 3-h]イソキノリンアミン (400 mg, 1.25 mmol) およびトリエチルアミン (0.38 mL, 2.74 mmol) のテトラヒドロフラン (5 mL) 溶液に氷冷下メタンスルホニルクロリド (0.22 mL, 2.74 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、1 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1 の後 1:1) に供し、ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (27 mg、収率 5.4%) を得た。

融点 175-177 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.28 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.06 (3H, s), 7.17 (1H, s), 7.39 (5H, s)。

合成例 2 2 4

- 15 N-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2, 3-h]イソキノリン-6-イル)プロパンアミド

合成例 3 0 と同様の方法により 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2, 3-h]イソキノリンアミンおよびプロピオニルクロリドから表題化合物を得た。収率 57%。

- 20 融点 129-131 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.26 (3H, t,  $J = 7.5$  Hz), 1.28 (6H, s), 2.20 (2H, s), 2.44 (2H, q,  $J = 7.5$  Hz), 2.70 (2H, s), 7.31 (1H, s), 7.38 (5H, s), 8.07 (1H, br s)。

合成例 2 2 5

- 25 (3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2, 3-h]イソキノリン-6-イル)カルバミド酸 エチルエステル

合成例 3 0 と同様の方法により 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2, 3-h]イソキノリンアミンおよびクロロギ酸エチルから表題化

化合物を得た。収率 3.2%。

融点 92-94 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.27 (6H, s), 1.33 (3H, t, J = 7.1 Hz), 2.19 (2H, s), 2.70 (2H, s), 4.25 (2H, q, J = 7.1 Hz), 6.81 (1H, s), 7.38 (5H, s),  
5 7.70 (1H, br s)。

#### 合成例 2 2 6

N-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)グリシン エチルエステル

合成例 2 0 9 と同様の方法により 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル  
10 -1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリンアミンおよびプロモ酢酸エチルから表題化合物を得た。収率 35%。

融点 79-81 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.26 (6H, s), 1.31 (3H, t, J = 7.1 Hz), 2.15 (2H, s), 2.64 (2H, s), 3.98 (2H, d, J = 5.8 Hz), 4.27 (2H, q, J = 7.1 Hz),  
15 4.52 (1H, t, J = 5.8 Hz), 6.20 (1H, s), 7.37 (5H, s)。

#### 合成例 2 2 7

N-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル)尿素

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリンアミン (346 mg, 1.08 mmol) およびシアン酸ナトリウム (140 mg, 2.16 mmol) のトルエン (5 mL) 懸濁液に氷冷下トリフルオロ酢酸 (0.34 mL, 4.43 mmol) を加え、室温で 3 時間攪拌した。反応混合物に 1 M 水酸化ナトリウム水溶液を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1 の後 1:2) に供し、得られた結晶をジエチルエーテルで洗浄して表題化合物 (178 mg、収率 45%) を得た。  
25

融点 151-153 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.26 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.70 (2H, s), 4.85

(2H, br s), 6.72 (1H, s), 7.37 (5H, s), 7.72 (1H, s)。

#### 合成例 2 2 8

N-メチル-N'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルプロ  
[2,3-h]イソキノリン-6-イル)尿素

- 5 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-6-プロ[2,3-h]イソキノ  
リンアミン (485 mg, 1.51 mmol) およびトリエチルアミン (0.23 mL, 1.67 mmol)  
の N,N-ジメチルホルムアミド (6 mL) 溶液に氷冷下クロロギ酸フェニル (0.22 mL,  
1.67 mmol) を加え、室温で 4 時間攪拌した。トリエチルアミン (0.12 mL, 0.84  
mmol) およびクロロギ酸フェニル (0.11 mL, 0.84 mmol) を追加し、さらに 4 時  
10 間室温で攪拌した。反応混合物にメチルアミン塩酸塩 (305 mg, 4.53 mmol) およ  
びトリエチルアミン (0.63 mL, 4.53 mmol) を加え、室温で 15 時間攪拌した後、  
氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水 (2 回) および飽和  
塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。  
残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1  
15 の後 1:1) に供し、ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (305 mg、収率  
54%) を得た。

融点 209-211 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.25 (6H, s), 2.18 (2H, s), 2.69 (2H, s), 2.86  
(3H, d, J = 5.0 Hz), 4.86 (1H, br q, J = 5.0 Hz), 6.47 (1H, s), 7.37 (5H, s),  
20 7.75 (1H, s)。

#### 合成例 2 2 9

2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルプロ  
[2,3-h]イソキノリン-5-イル)メチル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン

- 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルプロ  
25 [2,3-h]イソキノリン (796 mg, 2.37 mmol) を濃硫酸 (3 mL) に溶解し、N-(ヒドロ  
キシメチル)フタルイミド (462 mg, 2.61 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌し  
た。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水およ  
び飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮し



た。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 8:1 の後 5:1）に供し、得られた結晶をジエチルエーテルで洗浄して表題化合物（506 mg、収率 43%）を得た。

融点 193-195 °C。

- 5  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.28 (6H, s), 2.12 (2H, s), 2.81 (2H, s), 3.96 (3H, s), 4.92 (2H, s), 7.37 (5H, s), 7.69-7.71 (2H, m), 7.81-7.85 (2H, m)。

#### 合成例 230

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-フロ  
[2,3-h]イソキノリンメタンアミン

- 10 2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-5-イル)メチル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン (6.94  
g, 14.0 mmol) の エタノール (40 mL) 懸濁液にヒドラジーン水和物 (0.71 mL,  
14.7 mmol) を加え、3 時間加熱還流した。反応混合物にジイソプロピルエーテル  
15 を注ぎ、析出した結晶をろ取した。ろ液に 1 M 水酸化ナトリウム水溶液と水を加  
え、有機層を分離、水層を酢酸エチルで抽出した。有機層を飽和塩化ナトリウム水  
溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカ  
ラムクロマトグラフィー（酢酸エチルの後酢酸エチル/トリエチルアミン 50:1）  
に供し、ヘキサーン-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (3.46 g、収率  
68%) を得た。

- 20 融点 140-142 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.28 (6H, s), 2.13 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.86 (2H, s), 3.97 (3H, s), 7.38 (5H, s)。

#### 合成例 231

N-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
25 [2,3-h]イソキノリン-5-イル)メチル]ホルムアミド

合成例 221 と同様の方法により 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テ  
トラメチル-1-フェニル-5-フロ[2,3-h]イソキノリンメタンアミンから表題化合物  
を得た。収率 84%。

融点 205-208 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.28 (6H, s), 2.14 (2H, s), 2.79 (2H, s), 4.00 (3H, s), 4.53 (2H, d, J = 5.4 Hz), 5.86 (1H, br s), 7.37 (5H, s), 8.17 (1H, s)。

5 合成例 2 3 2

N-[(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルプロ[2, 3-h]イソキノリン-5-イル)メチル]アセトアミド

合成例 3 0 と同様の方法により 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-5-プロ[2, 3-h]イソキノリンメタンアミンから表題化合物を

10 得た。収率 90%。

融点 164-166 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.28 (6H, s), 1.97 (3H, s), 2.14 (2H, s), 2.78 (2H, s), 3.99 (3H, s), 4.48 (2H, d, J = 5.6 Hz), 5.74 (1H, br s), 7.38 (5H, s)。

15 合成例 2 3 3

N-[(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルプロ[2, 3-h]イソキノリン-5-イル)メチル]尿素

合成例 2 2 7 と同様の方法により 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-5-プロ[2, 3-h]イソキノリンメタンアミンから表題化合物

20 を得た。収率 59%。

融点 172-174 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.27 (1.8H, s), 1.28 (4.2H, s), 1.58 (2H, s), 2.13 (0.6H, s), 2.14 (1.4H, s), 2.77 (2H, s), 3.98 (2.1H, s), 4.00 (0.9H, s), 4.38 (1.4H, d, J = 5.8 Hz), 4.45-4.58 (1.4H, m), 4.46 (0.6H, d, J = 5.8 Hz), 4.80-4.95 (0.6H, m), 7.33-7.38 (5H, m)。

25

合成例 2 3 4

5-プロモメチル-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルプロ[2, 3-h]イソキノリン

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2, 3-h]イソキノリン (7.12 g, 21.2 mmol)、パラホルムアルデヒド (94%) (1.02 g,  
31.8 mmol) および臭化ナトリウム (2.51 g, 24.4 mmol) の酢酸 (6.07 mL, 106  
mmol) 懸濁液に濃硫酸 (3.39 mL, 63.6 mmol) を加え、90 °Cで 15 時間攪拌した。

- 5 反応混合物に氷水を注ぎ、ジエチルエーテルで洗浄、濃アンモニア水で中和、酢酸  
エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗  
浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロ  
マトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 7:1 の後 5:1) に供し、表題化合物 (4.57  
g、収率 50%) を得た。

10 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (12H, s), 2.14 (2H, s), 2.71 (2H, s), 4.03 (3H, s), 4.65  
(2H, s), 7.38 (5H, s)。

合成例 2 3 5

- 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-5-(メトキシメチル)-3, 3, 8, 8-テトラメチル  
15 -1-フェニルフロ[2, 3-h]イソキノリン塩酸塩

5-ブロモメチル-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フ  
ェニルフロ[2, 3-h]イソキノリン (1.84 g, 4.30 mmol) のメタノール (10 mL) 溶  
液に 28% ナトリウムメトキシド/メタノール溶液 (0.91 mL, 4.73 mmol) を加え、  
室温で 1 時間、60 °Cで 1 時間攪拌した。28% ナトリウムメトキシド/メタノール

- 20 溶液 (1.82 mL, 9.46 mmol) を追加し、60 °Cで 1 時間攪拌した。反応混合物を減  
圧濃縮し、残渣に水を加えて、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水お  
よび飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮  
した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル  
7:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩  
25 化水素/酢酸エチル溶液 (0.77 mL) を加え、得られた結晶を酢酸エチルで洗浄して  
表題化合物 (1.16 g、収率 65%) を得た。

融点 143-145 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.44 (6H, s), 2.16 (2H, s), 3.15 (2H, s), 3.29

(3H, s), 3.99 (3H, s), 4.50 (2H, s), 7.63-7.66 (5H, m)。

#### 合成例 2 3 6

5-(エトキシメチル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 5 5-ブロモメチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン (374 mg, 0.873 mmol) のエタノール (3 mL) 溶液に酢酸ナトリウム (143 mg, 1.75 mmol) および 2 M 水酸化ナトリウム水溶液 (2 mL) を加え、60 °C で 2 時間、続いて 80 °C で 2 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (191 mg, 収率 51%) を得た。

- 15 融点 137-139 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.14 (3H, t, J = 7.2 Hz), 1.26 (6H, s), 1.44 (6H, s), 2.16 (2H, s), 3.16 (2H, s), 3.49 (2H, q, J = 7.2 Hz), 3.99 (3H, s), 4.54 (2H, s), 7.63-7.78 (5H, m)。

#### 合成例 2 3 7

- 20 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-フロ[2,3-h]イソキノリンメタノール

5-ブロモメチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン (289 mg, 0.675 mmol) および炭酸カルシウム (506 mg, 5.06 mmol) の 1,4-ジオキサン (3 mL) および水 (3 mL) 懸濁液を 60 °C

- 25 で 2 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1) に供し、ヘキサソージエチルエーテルから結晶化させて表題化合物

(159 mg、収率 65%) を得た。

融点 160-163 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.28 (6H, s), 1.97 (1H, t, J = 6.0 Hz), 2.14 (2H, s), 2.75 (2H, s), 4.00 (3H, s), 4.74 (2H, d, J = 6.0 Hz), 7.38 (5H, s)。

5 合成例 2 3 8

5-(フルオロメチル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

5-ブロモメチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン (289 mg, 0.675 mmol) のアセトニトリル (5 mL)

- 10 溶液にフッ化カリウム (スプレードライ品) (118 mg, 2.02 mmol) および 18-クラウン-6 (534 mg, 2.02 mmol) を加え、80 °C で 7 時間攪拌した。アセトニトリルを減圧留去し、残渣に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1
- 15 の後 5:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (230 mg、収率 84%) を得た。

融点 146-158 °C。

- 20 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.45 (6H, s), 2.15-2.23 (2H, m), 3.22 (2H, s), 4.04 (3H, s), 5.57 (2H, d, J = 48.0 Hz), 7.63-7.80 (5H, m)。

合成例 2 3 9

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,5,8,8-ペンタメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 25 5-ブロモメチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン (290 mg, 0.677 mmol) のクロロベンゼン (3 mL) 溶液に水素化トリブチルすず (0.91 mL, 4.73 mmol) および 2,2'-アゾビス(イソブチロニトリル) (11 mg, 0.0677 mmol) を加え、80 °C で 2 時間攪拌した。クロロベンゼンを減圧留去し、残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘ

キサン/酢酸エチル 10:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、酢酸エチルから結晶化させて表題化合物 (63 mg、収率 24%) を得た。

融点 138-140 °C。

- 5  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.45 (6H, s), 2.12 (2H, s), 2.17 (3H, s), 3.08 (2H, s), 3.99 (3H, s), 7.58-7.76 (5H, m)。

#### 合成例 240

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-フロ  
[2,3-h]イソキノリンアセトニトリル

- 10 5-ブロモメチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン (947 mg, 2.20 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (9.5 mL) 溶液にシアン化カリウム (143 mg, 2.20 mmol) 水 (2.25 mL) 溶液を加え、室温で 3 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液でそれぞれ 2 回洗浄、  
15 硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1 の後 3:1) に供し、ヘキサングエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (465 mg、収率 56%) を得た。

融点 95-96 °C。

- $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.28 (6H, s), 1.28 (6H, s), 2.15 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.74  
20 (2H, s), 4.03 (3H, s), 7.38 (5H, s)。

#### 合成例 241

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-フロ  
[2,3-h]イソキノリン酢酸 エチルエステル塩酸塩

- 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-フロ  
25 [2,3-h]イソキノリンアセトニトリル (4.01 g, 10.7 mmol) のエタノール (36 mL) 溶液に氷冷下濃硫酸 (2.34 mL, 43.8 mmol) を加え、60 時間加熱還流した。反応混合物に氷水を注ぎ、濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減

圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 20:1 の後 5:1）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.28 (6H, s), 1.28 (3H, t, J = 7.1 Hz), 2.14 (2H, s), 2.59 (2H, s), 3.73 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.18 (2H, q, J = 7.1 Hz),  
5 7.38 (5H, s)。

これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、表題化合物 (2.58 g、収率 53%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.21 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.26 (6H, s), 1.42 (6H, s), 2.17  
10 (2H, s), 3.08 (2H, s), 3.78 (2H, s), 3.96 (3H, s), 4.91 (2H, q, J = 7.0 Hz), 7.63-7.80 (5H, m)。

#### 合成例 2 4 2

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-フロ  
[2,3-h]イソキノリン酢酸

15 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-フロ  
[2,3-h]イソキノリン酢酸 エチルエステル (750 mg, 1.78 mmol) の エタノール (5 mL) 溶液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (2 mL) を加え、室温で 5 時間攪拌した。  
エタノールを減圧留去し、残渣に水を注ぎ、ジイソプロピルエーテルで洗浄した。  
水層を 2 M 塩酸で pH 3.5 とし、塩化ナトリウムを加え、テトラヒドロフランで  
20 3 回抽出した。合わせた有機層を硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮し、ヘ  
キサン-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (176 mg、収率 25%) を得  
た。

融点 225-245 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.27 (6H, s), 2.13 (2H, s), 2.61 (2H, s), 3.74  
25 (2H, s), 3.94 (3H, s), 7.38 (5H, s)。

#### 合成例 2 4 3

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-フロ  
[2,3-h]イソキノリンアセトアミド

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニル-5-フロ  
[2,3-h]イソキノリン酢酸 (499 mg, 1.27 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (5  
mL) 溶液に N,N'-カルボニルジイミダゾール (226 mg, 1.40 mmol) を加え、室温  
で 10 分間攪拌した。粉末化した塩化アンモニウム (75 mg, 1.40 mmol) およびト  
リエチルアミン (0.20 mL, 1.40 mmol) を加え、室温で 1 時間、60 °C で 4 時間  
攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層  
を水および飽和塩化ナトリウム水溶液 (2 回) で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、  
ろ過、減圧濃縮した。得られた結晶をジエチルエーテルで洗浄して表題化合物 (358  
mg、収率 72%) を得た。

10 融点 171-176 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.15 (2H, s), 2.74 (2H, s), 3.65  
(2H, s), 4.00 (3H, s), 5.22 (1H, br s), 5.80 (1H, br s), 7.40 (5H, s)。

合成例 2 4 4

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-N,3,3,8,8-ペンタメチル-1-フェニル-5-フロ  
[2,3-h]イソキノリンアセトアミド

合成例 2 4 3 と同様の方法によりメチルアミン塩酸塩を用いて表題化合物を得た。  
収率 73%。

融点 187-190 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.15 (2H, s), 2.69 (2H, s), 2.76  
(3H, d, J = 5.2 Hz), 3.63 (2H, s), 3.96 (3H, s), 5.63-5.75 (1H, br s), 7.38  
(5H, s)。

合成例 2 4 5

2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-ヒドロキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-5-イル)メチル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン  
合成例 2 2 9 と同様の方法により 3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル  
-1-フェニル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノールから表題化合物を得た。収率 16%。

融点 239-242 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (12H, s), 2.15 (2H, s), 2.98 (2H, s), 4.94 (2H, s), 7.35



(5H, s), 7.73-7.77 (2H, m), 7.86-7.91 (2H, m), 8.08 (1H, br s)。

#### 合成例 2 4 6

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-ヒドロキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-5-フロ  
[2, 3-h]イソキノリンメタノール

- 5 クロロメチルメチルエーテル (0.052 mL, 0.684 mmol) および塩化アルミニウム (91 mg, 0.684 mmol) の 1, 2-ジクロロエタン (2 mL) 溶液に氷冷下 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-フェニル-6-フロ [2, 3-h] イソキノリノール (200 mg, 0.622 mmol) を加え、室温で 5 時間攪拌した。反応混合物を氷水に注ぎ、ジエチルエーテルで洗浄、5 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル/トリエチルアミン 25:25:1 の後酢酸エチル/トリエチルアミン 50:1) に供し、ヘキサン-酢酸エチルから結晶化させて表題化合物 (31 mg, 収率 14%) を得た。
- 15 融点 210-230 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.13 (2H, s), 2.77 (2H, s), 4.84 (2H, s), 7.34-7.44 (5H, m)。

#### 合成例 2 4 7

- 1- (2-プロモフェニル)-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル  
20 フロ [2, 3-h] イソキノリン塩酸塩
- 2-プロモベンゾニトリル (3.92 g, 21.5 mmol) のトルエン (12 mL) および酢酸 (12 mL) 溶液に氷冷下濃硫酸 (2.52 mL, 47.3 mmol)、次いで 2, 3-ジヒドロ-7-メトキシ-2, 2-ジメチル-5- (2-メチル-1-プロペニル) ベンゾフラン (5.00 g, 21.5 mmol) のトルエン (12 mL) 溶液を加え、80 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物に氷水を  
25 注ぎ、水層を分離、濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 20:1 の後 10:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.23 (3H, s), 1.29 (3H, s), 1.33 (3H, s), 1.38 (3H, s), 2.00 (1H, d,  $J = 16.1$  Hz), 2.17 (1H, d,  $J = 16.1$  Hz), 2.68 (1H, d,  $J = 15.7$  Hz), 2.80 (1H, d,  $J = 15.7$  Hz), 3.91 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.17–7.42 (3H, m), 7.56 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz)。

- 5 これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮して表題化合物 (3.27 g、収率 34%) を得た。

非晶質。

- $^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.21 (3H, s), 1.24 (3H, s), 1.47 (3H, s), 1.50 (3H, s), 1.99 (1H, d,  $J = 16.4$  Hz), 2.12 (1H, d,  $J = 16.4$  Hz), 3.11 (1H, d,  $J = 17.2$  Hz),  
10 3.29 (1H, d,  $J = 17.2$  Hz), 3.95 (3H, s), 7.14 (1H, s), 7.56–7.68 (3H, m), 7.89–7.93 (1H, m)。

合成例 2 4 8

1-[3-(2-フラニル)フェニル]-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

- 15 1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン (622 mg, 1.50 mmol)、およびトリブチル-2-フラニルすず (590 mg, 1.65 mmol) のテトラヒドロフラン (6 mL) 懸濁液にジクロロビス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(II) (53 mg, 0.0750 mmol) およびヨウ化銅(I) (14 mg, 0.0750 mmol) を加え、24 時間加熱還流し、トリブチル-2-フラニルすず  
20 (590 mg, 1.65 mmol) を加え、15 時間加熱還流した。不溶物をろ過、ろ液を減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 100:1 の後 10:1) に供し、ジエチルエーテル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (114 mg、収率 19%) を得た。

融点 126–128 °C。

- 25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.27 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.46–6.49 (1H, m), 6.63 (1H, s), 6.68 (1H, d,  $J = 3.4$  Hz), 7.31–7.47 (3H, m), 7.69–7.74 (2H, m)。

合成例 2 4 9

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[4-(2-ピリジニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 2 4 8 と同様の方法により 1-(4-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンおよびトリブチル-2-ピリジニルすずから表題化合物を得た。収率 50%。

融点 127-129 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.32 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.22-7.30 (1H, m), 7.52 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.76-7.79 (2H, m), 8.04 (2H, d, J = 8.4 Hz), 8.72 (1H, d, J = 4.8 Hz)。

10 合成例 2 5 0

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[2-(2-ピリジニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 2 4 8 と同様の方法により 1-(2-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンおよびトリブチル-2-ピリジニルすずから表題化合物を得た。収率 9.5%。

融点 120-122 °C (ヘキサノ-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.13 (3H, s), 1.17 (3H, s), 1.25 (3H, s), 1.28 (3H, s), 1.98 (1H, d, J = 16.2 Hz), 2.42 (1H, d, J = 16.2 Hz), 2.64 (2H, s), 3.85 (3H, s), 6.45 (1H, s), 6.99-7.06 (1H, m), 7.35-7.50 (5H, m), 7.65-7.70 (1H, m), 8.41-8.44 (1H, m)。

20 合成例 2 5 1

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(2-ピリジニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 2 4 8 と同様の方法によりトリブチル-2-ピリジニルすずを用いて表題化合物を得た。収率 60%。

融点 137-139 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (12H, s), 2.28 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.20-7.25 (1H, m), 7.42-7.55 (2H, m), 7.74-7.77 (2H, m), 8.03-8.07

(2H, m), 8.69 (1H, d, J = 5.0 Hz)。

#### 合成例 2 5 2

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(2-チエニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

- 5 合成例 2 4 8 と同様の方法によりトリブチル-2-チエニルすずを用いて表題化合物を得た。収率 37%。

融点 172-175 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.28 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.06-7.10 (1H, m), 7.29-7.44 (4H, m), 7.62-7.69 (2H, m)。
- 10

#### 合成例 2 5 3

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(5-ピリミジニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

- ナフタレン (2.20 g, 17.1 mmol) の 1,2-ジメトキシエタン (20 mL) 溶液にナトリウム (431 mg, 18.8 mmol) を加え、室温で 1.5 時間攪拌した。氷冷下クロトリメチルすず (2.91 g, 14.6 mmol)、その 10 分後に 5-ブロモピリミジン (2.0 g, 12.6 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した。1,2-ジメトキシエタンを減圧留去し、残渣に水を注ぎ、ジエチルエーテルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮し、トリメチル-5-ピリミジニルすず、ナフタレンおよび 5-ブロモピリミジンの混合物を得た。
- 15
- 20

これを用いて合成例 2 4 8 と同様の方法により、表題化合物を得た。収率 32%。

融点 141-143 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.73 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.64 (1H, s), 7.46-7.67 (4H, m), 8.99 (2H, s), 9.22 (1H, s)。
- 25

#### 合成例 2 5 4

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[2-(4-ピリジニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

- 1- (2-ブロモフェニル)-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン (558 mg, 1.35 mmol) および 4-ピリジニルボロン酸 (248 mg, 2.02 mmol) の 1, 2-ジメトキシエタン (6 mL) およびエタノール (2 mL) 溶液に炭酸ナトリウム (236 mg, 2.23 mmol) 水 (2 mL) 溶液およびテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (66 mg, 0.0567 mmol) を加え、窒素雰囲気下、80 °C で 24 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 20:1 の後 3:1) に供し、ジエチルエーテル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (200 mg、収率 36%) を得た。

融点 187-189 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.09 (3H, s), 1.25 (3H, s), 1.28 (6H, s), 1.94 (1H, d, J = 16.3 Hz), 2.13 (1H, d, J = 16.3 Hz), 2.60 (2H, s), 3.84 (3H, s), 6.44 (1H, s), 7.24 (2H, d, J = 6.2 Hz), 7.36-7.52 (4H, m), 8.44 (2H, d, J = 6.2 Hz)。

#### 15 合成例 2 5 5

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-[4-(4-ピリジニル)フェニル]フロ[2, 3-h]イソキノリン二塩酸塩

- 合成例 2 5 4 と同様の方法により 1-(4-ブロモフェニル)-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリンから表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、エタノール-酢酸エチルから結晶化させて表題化合物を得た。収率 51%。

融点 115-117 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.48 (6H, s), 2.70 (2H, s), 3.19 (2H, s), 3.96 (3H, s), 7.13 (1H, s), 7.86 (2H, d, J = 8.4 Hz), 8.27 (2H, d, J = 8.4 Hz), 8.35 (2H, d, J = 6.6 Hz), 8.96 (2H, d, J = 6.6 Hz)。

#### 合成例 2 5 6

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-[3-(3-ピリジニル)

フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 2 5 4 と同様の方法により 1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンおよび 3-(ジエチルボリル)ピリジンから表題化合物を得た。収率 70%。

5 融点 116-117 °C (ヘキサン-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.33-7.63 (5H, m), 7.85-7.93 (1H, m), 8.58-8.61 (1H, m), 8.87 (1H, d, J = 2.6 Hz)。

合成例 2 5 7

10 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[4-(3-ピリジニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン二塩酸塩

合成例 2 5 4 と同様の方法により 1-(4-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンおよび 3-(ジエチルボリル)ピリジンから表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4  
15 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 84%。  
非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.48 (6H, s), 2.29 (2H, s), 3.19 (2H, s), 3.95 (3H, s), 7.13 (1H, s), 7.82 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.92-7.99 (1H, m), 8.16 (2H, d, J = 8.4 Hz), 8.74 (1H, d, J = 7.8 Hz), 8.87 (1H, d, J = 5.0 Hz), 9.31 (1H,  
20 s)。

合成例 2 5 8

1-[3-(2-ベンゾフラニル)フェニル]-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 2 5 4 と同様の方法により 1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンおよび 2-ベンゾフラニルボロン酸から表題化合物を得た。収率 74%。  
25

融点 160-161 °C (ヘキサン-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.29 (12H, s), 2.29 (2H, s), 2.32 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.65

(1H, s), 7.07 (1H, s), 7.23-7.33 (2H, m), 7.37-7.61 (4H, m), 7.88-7.93 (2H, m)。

#### 合成例 2 5 9

5 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミン

合成例 2 5 4 と同様の方法により 1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンおよび 4-(1,3,2-ジオキサボリナン-2-イル)アニリンから表題化合物を得た。収率 49%。

融点 224-225 °C (酢酸エチル)。

10 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.26 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.72 (2H, br s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.74 (2H, d, J = 8.8 Hz), 7.30-7.57 (4H, m), 7.43 (2H, d, J = 8.8 Hz)。

#### 合成例 2 6 0

15 N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド

合成例 3 0 と同様の方法により 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミンから表題化合物を得た。収率 82%。

融点 224-225 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.18 (3H, s), 2.25 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.32-7.60 (9H, m)。

#### 合成例 2 6 1

N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]メタンスルホンアミド

25 合成例 2 2 2 と同様の方法により 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミンおよびメタンスルホンクロリドから表題化合物を得た。収率 81%。

融点 228-230 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.30 (12H, s), 2.25 (2H, s), 2.73 (2H, s), 2.89 (3H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.22-7.57 (8H, m)。

#### 合成例 2 6 2

- 5 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-アミン二塩酸塩

合成例 2 5 4 と同様の方法により 1-(3-プロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンおよび 3-アミノフェニルボロン酸水和物から表題化合物の遊離塩基を得た。

- 10  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.72 (2H, br s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.62-6.70 (1H, m), 6.92 (1H, t,  $J = 1.8$  Hz), 6.96-7.03 (1H, m), 7.20 (1H, t,  $J = 7.8$  Hz), 7.32-7.48 (2H, m), 7.54-7.62 (2H, m)。

これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 86%。

- 15 非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.21 (3H, s), 1.25 (3H, s), 1.45 (3H, s), 1.50 (3H, s), 2.17-2.35 (2H, m), 3.08-3.30 (2H, m), 3.95 (3H, s), 7.12 (1H, s), 7.25-7.80 (8H, m)。

#### 合成例 2 6 3

- 20 N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]アセトアミド

合成例 3 0 と同様の方法により 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-アミンから表題化合物を得た。収率 64%。

- 25 融点 217-218  $^{\circ}\text{C}$  (エタノール)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.17 (3H, s), 2.25 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.32-7.66 (9H, m)。

(別途合成法)



合成例 254 と同様の方法により 1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリンおよび 3-アセトアミドベンゼンボロン酸から表題化合物を得た。収率 87%。

#### 合成例 264

- 5 2-メチル-N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]アラニン エチルエステル塩酸塩

- 合成例 209 と同様の方法により 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-アミンおよび 2-ブロモイソ酪酸エチルから表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 62%。

非晶質。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.07 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.21 (6H, s), 1.48 (12H, s), 2.15-2.32 (2H, m), 3.19 (2H, s), 3.96 (3H, s), 4.07 (2H, q, J = 7.2 Hz), 6.50-7.92 (9H, m), 12.68 (1H, br s)。

#### 合成例 265

N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]尿素塩酸塩

- 20 合成例 227 と同様の方法により 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-アミンから表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 76%。

非晶質。

- 25 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.47 (6H, s), 2.27 (2H, s), 3.19 (2H, s), 3.95 (3H, s), 6.00 (2H, br s), 7.12 (1H, s), 7.31-7.98 (8H, m), 8.92 (1H, s), 12.63 (1H, br s)。

#### 合成例 266

2, 2, 2-トリフルオロ-N-[3'-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)[1, 1'-ビフェニル]-3-イル]アセトアミド

5 合成例 2 2 2 と同様の方法により 3'-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)[1, 1'-ビフェニル]-3-アミンおよびトリフルオロ酢酸無水物から表題化合物を得た。収率 58%。

融点 222-224 °C (ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.23 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.34-7.69 (8H, m), 8.67 (1H, br s)。

#### 10 合成例 2 6 7

N-[3'-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)[1, 1'-ビフェニル]-3-イル]メタンスルホンアミド

15 合成例 2 2 2 と同様の方法により 3'-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)[1, 1'-ビフェニル]-3-アミンおよびメタンスルホンクロリドから表題化合物を得た。収率 54%。

融点 141-143 °C (ジエチルエーテル-酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.30 (12H, s), 2.24 (2H, s), 2.73 (2H, s), 2.98 (3H, s), 3.94 (3H, s), 6.64 (1H, s), 7.36-7.66 (8H, m)。

#### 合成例 2 6 8

20 N-メチル-N-[3'-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)[1, 1'-ビフェニル]-3-イル]メタンスルホンアミド塩酸塩

合成例 1 9 0 と同様の方法により N-[3'-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)[1, 1'-ビフェニル]-3-イル]メタンスルホンアミドおよびヨードメタンから表題化合物の遊離塩基を得た。  
25 これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 85%。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.21 (3H, s), 1.25 (3H, s), 1.45 (3H, s), 1.51 (3H, s), 2.18-2.37 (2H, m), 2.89 (3H, s), 3.07-3.29 (2H, m), 3.32 (3H, s), 3.95 (3H, s), 7.12 (1H, s), 7.48-7.62 (3H, m), 7.74-7.83 (3H, m), 8.00 (1H, s), 8.08 (1H, d,  $J = 7.8$  Hz)。

# 5 合成例 269

$\alpha, \alpha$ -ジメチル-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ  
ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアセトニトリル

4-シアノベンゼンアセトニトリル (7.70 g, 54.2 mmol) の  $N,N$ -ジメチルホルムア  
ミド (68 mL) 溶液に氷冷下水素化ナトリウム (66% 油分散物) (4.33 g, 119 mmol)

- 10 を加え、室温で 15 分間攪拌した。氷冷下ヨードメタン (7.43 mL, 119 mmol) を  
加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物を氷水に注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出  
した。合わせた有機層を水 (2 回) および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸  
マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグ  
ラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1) に供し、得られた結晶をヘキサンで洗浄し  
15 て 4-シアノ- $\alpha, \alpha$ -ジメチルベンゼンアセトニトリル (4.76 g, 収率 52%) を得た。  
 $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.75 (6H, s), 7.61 (2H, d,  $J = 8.6$  Hz), 7.71 (2H, d,  $J = 8.6$   
Hz)。

これを用いて合成例 17 と同様の方法により表題化合物を得た。収率 7.8%。

融点 122-123 °C (ジイソプロピルエーテル-ヘキサン)。

- 20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.33 (6H, s), 1.74 (6H, s), 2.22 (2H, s), 2.69  
(2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.43 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz), 7.50 (2H, d,  
 $J = 8.8$  Hz)。

# 合成例 270

$\alpha, \alpha$ -ジメチル-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ  
ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアセトアミド

- 25 合成例 269 において、カラムクロマトグラフィーでニトリル体を分離後、酢酸エ  
チルで溶出し、得られた結晶をジイソプロピルエーテルで洗浄して表題化合物を得  
た。収率 9.6%。

融点 180-182 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.31 (6H, s), 1.62 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.93 (3H, s), 5.17 (2H, br s), 6.62 (1H, s), 7.42 (4H, s)。

#### 合成例 271

- 5 α, α-ジメチル-4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼン酢酸 エチルエステル

合成例 241 と同様の方法により α, α-ジメチル-4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアセトニトリルから表題化合物を得た。収率 43%。

- 10 融点 150-151 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.16 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.24 (6H, s), 1.30 (6H, s), 1.57 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.10 (2H, q, J = 7.0 Hz), 6.60 (1H, s), 7.34 (4H, s)。

#### 合成例 272

- 15 N, α, α-トリメチル-4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアセトアミド

合成例 190 と同様の方法により α, α-ジメチル-4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアセトアミドおよびヨードメタンから表題化合物を得た。収率 31%。

- 20 融点 160-162 °C (ヘキサノ-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.31 (6H, s), 1.60 (6H, s), 2.20 (2H, s), 2.69 (3H, d, J = 4.6 Hz), 2.69 (2H, s), 3.93 (3H, s), 5.10 (1H, br s), 6.62 (1H, s), 7.39 (4H, s)。

#### 合成例 273

- 25 N-[2-メチル-2-[4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]プロパノイル]グリシン エチルエステル

α, α-ジメチル-4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフ

ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアセトアミド (782 mg, 1.85 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (7 mL) 溶液にプロモ酢酸エチル (0.23 mL, 2.04 mmol) およびカリウム tert-ブトキシド (230 mg, 2.04 mmol)を加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1 の後酢酸エチル) に供し、得られた結晶をジエチルエーテル-ヘキサンで洗浄して表題化合物 (63 mg、収率 6.7%) を得た。

融点 133-138 °C。

10 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.26 (3H, t, J = 7.1 Hz), 1.32 (6H, s), 1.61 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.92 (3H, s), 3.93 (2H, d, J = 5.2 Hz), 4.15 (2H, q, J = 7.1 Hz), 5.67 (1H, br s), 6.61 (1H, s), 7.42 (4H, s)。

#### 合成例 274

α, α-ジメチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼン酢酸 エチルエステル塩酸塩  
15 合成例 17 と同様の方法により 3-シアノ-α, α-ジメチルベンゼン酢酸 エチルエステルから表題化合物の遊離塩基を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.16 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.25 (6H, br s), 1.30 (6H, s), 1.55 (6H, s), 2.15 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.10 (2H, q, J = 7.0 Hz),  
20 6.61 (1H, s), 7.22-7.38 (4H, m)。

これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、酢酸エチルから結晶化させて表題化合物を得た。収率 12%。

融点 143-145 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.10 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.21 (6H, s), 1.41 (3H, s), 1.45 (3H, s), 1.53 (6H, s), 2.10 (2H, s), 3.14 (2H, s), 3.94 (3H, s), 4.08 (2H, q, J = 7.0 Hz), 7.09 (1H, s), 7.48-7.65 (4H, m)。

#### 合成例 275

α, α-ジメチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ

ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼン酢酸 ナトリウム塩

$\alpha$ ,  $\alpha$ -ジメチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ

ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼン酢酸 エチルエステル (370 mg, 0.823

mmol) および  $\alpha$ ,  $\alpha$ -ジメチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テ

- 5 トラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼン酢酸 エチルエステル塩酸塩 (1.54 g, 3.17 mmol) のエタノール (8 mL) 溶液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (4 mL) を加え、70 °C で 7 時間攪拌した。エタノールを減圧留去後、残渣に水-ジエチルエーテルを加え、析出した結晶をろ取して表題化合物 (423 mg、収率 24%) を得た。

- 10 融点 153-155 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>)  $\delta$  1.13 (6H, s), 1.20 (6H, s), 1.34 (6H, s), 2.22 (2H, s), 2.62 (2H, s), 3.80 (3H, s), 6.78 (1H, s), 7.12-7.41 (4H, m)。

合成例 276

$\alpha$ ,  $\alpha$ -ジメチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ

- 15 ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼン酢酸

合成例 275 でナトリウム塩をろ過した後の母液を減圧濃縮した。残渣に水を加え、2 M 塩酸で pH 5.5 に調整し、テトラヒドロフランで 2 回抽出した。合わせた有機層を硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮して表題化合物を得た。収率 49%。非晶質。

- 20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$  1.27 (6H, s), 1.32 (6H, br s), 1.47 (6H, s), 2.08 (2H, s), 2.74 (2H, br s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.12-7.37 (4H, m)。

合成例 277

N,  $\alpha$ ,  $\alpha$ -トリメチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアセトアミド塩酸塩

- 25 合成例 206 と同様の方法により  $\alpha$ ,  $\alpha$ -ジメチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼン酢酸から表題化合物を得た。収率 55%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22-1.50 (18H, m), 2.02-2.24 (2H, m), 2.55 (3H, d, J = 4.4 Hz), 2.97-3.40 (2H, m), 3.94 (3H, s), 7.09 (1H, s), 7.45-7.69 (4H, m), 8.06 (1H, br s)。

#### 合成例 278

- 5    α, α-ジメチル-N-(4-ピリジニルメチル)-3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアセトアミド二塩酸塩

合成例 206 と同様の方法により α, α-ジメチル-3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼン酢酸お

- 10    よび 4-(アミノメチル)ピリジンから表題化合物を得た。収率 49%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.17 (6H, s), 1.45 (6H, s), 1.60 (6H, s), 2.05-2.25 (2H, m), 3.05-3.30 (2H, m), 3.95 (3H, s), 4.33-4.50 (2H, m), 7.10 (1H, s), 7.49-7.69 (7H, m), 8.48-8.58 (1H, m), 8.68-8.71 (2H, m), 9.05 (1H, br s)。

- 15    合成例 279

1-[4-(プロモメチル)フェニル]-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン

合成例 17 と同様の方法により 4-シアノベンジルブロミドを用いて表題化合物を得た。収率 27%。

- 20    非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.53 (2H, s), 6.60 (1H, s), 7.34-7.42 (4H, m)。

#### 合成例 280

- 25    4-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアセトニトリル

合成例 240 と同様の方法により 1-[4-(プロモメチル)フェニル]-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリンから表題化合物を得た。収率 13%。

融点 182-184 °C (ヘキサン-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.80 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.36 (2H, d, J = 8.3 Hz), 8.44 (2H, d, J = 8.3 Hz)。

#### 5 合成例 281

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼン酢酸 エチルエステル塩酸塩

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアセトニトリル (671 mg, 1.79 mmol) のエタノール (7

- 10 mL) 溶液に氷冷下濃硫酸 (0.18 mL, 3.58 mmol) を加え、24 時間加熱還流した。反応混合物に氷水を注ぎ、ジイソプロピルエーテルで洗浄、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後 5:1)、さらにシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、酢酸エチル-エタノールから結晶化させて表題化合物 (406 mg、収率 50%) を得た。

融点 104-106 °C。

- 20 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.19 (3H, t, J = 7.2 Hz), 1.22 (6H, s), 1.44 (6H, s), 2.20 (2H, s), 3.16 (2H, s), 3.86 (2H, s), 3.94 (3H, s), 4.10 (2H, q, J = 7.2 Hz), 7.10 (1H, s), 7.52-7.62 (4H, m), 12.60 (1H, br s)。

#### 合成例 282

- 25 2-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]メチレン]-1,3-プロパン二酸 ジエチルエステル

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (1.76 g, 5.03 mmol) のトルエン (3.5 mL) 溶液



に 2-(クロロメチレン)マロン酸 ジエチルエステル (1.0 g, 4.84 mmol) およびトリエチルアミン (0.72 mL, 5.18 mmol) を加え、85 °C で 3 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後 5:1) に供し、ジエチルエーテル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (905 mg、収率 36%) を得た。

融点 115-117 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.33 (12H, s), 1.33 (3H, t, J = 7.2 Hz), 1.38 (3H, t, J = 7.2 Hz), 2.24 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.25 (2H, q, J = 7.2 Hz), 4.31 (2H, q, J = 7.2 Hz), 6.62 (1H, s), 7.10-7.41 (4H, m), 8.57 (1H, d, J = 13.7 Hz), 11.09 (1H, d, J = 13.7 Hz)。

#### 合成例 283

N-エチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン  
3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (1.21 g, 3.45 mmol) および (Z)-3-ヨード-2-プロペンアミド (654 mg, 3.32 mmol) のトルエン (2.5 mL) 溶液にトリエチルアミン (0.50 mL, 3.55 mmol) を加え、60 °C で 2 時間、80 °C で 6 時間攪拌した。反応混合物を 2 M 塩酸で抽出し、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1 の後 3:1) に供し、ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (178 mg、収率 14%) を得た。

融点 109-111 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.24 (3H, t, J = 7.2 Hz), 1.32 (6H, s), 2.35 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.16 (2H, q, J = 7.2 Hz), 3.66 (1H, br s), 3.91 (3H, s), 6.59 (1H, s), 6.63-6.69 (3H, m), 7.11-7.19 (1H, m)。

## 合成例 284

N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-3-ピリジンアミン

- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (1.23 g, 3.46 mmol)、3-ブロモピリジン (0.32 mL, 3.43 mmol)、ナトリウム tert-ブトキシド (411 mg, 4.81 mmol)、および 2,2'-ビス(ジフェニルホスフィノ)-1,1'-ビナフチル (98 mg, 0.141 mmol) のトルエン (30.5 mL) 懸濁液にトリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム(0) (65 mg, 0.0707 mmol) を加え、110 °C で 24 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1 の後 1:1) に供し、ヘキサン-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (796 mg、収率 54%) を得た。

融点 204-205 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.34 (6H, s), 2.34 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.92 (3H, s), 5.79 (1H, s), 6.61 (1H, s), 6.97 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.11-7.43 (5H, m), 8.11 (1H, dd, J = 4.8, 1.4 Hz), 8.40 (1H, d, J = 2.8 Hz)。

## 合成例 285

- N-(3-ピリジニル)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド

- N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-3-ピリジンアミン (513 mg, 1.20 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (5 mL) 溶液に氷冷下水素化ナトリウム (66% 油分散物) (57 mg, 1.57 mmol) を加え、減圧下室温で 20 分間攪拌し、氷冷下アセチルクロリド (0.11 mL, 1.50 mmol) を加え、室温で 15 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水 (2 回) および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後 1:2) に供し、

原料と表題化合物の混合物を得た。これを再度、同様の反応、後処理を行い、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 3:1）に供し、ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物（176 mg、収率 31%）を得た。

融点 157-158 °C。

- 5 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.24 (6H, s), 2.09 (5H, s), 2.68 (2H, s), 3.91 (3H, s), 7.09 (1H, s), 7.25-7.67 (6H, m), 8.45-8.53 (2H, m)。

#### 合成例 286

N-メチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-3-ピリジンアミン三塩酸塩

- 10 合成例 285 と同様の方法によりヨードメタンを用いて表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮して表題化合物を得た。収率 74%。

非晶質。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.46 (6H, s), 2.30 (2H, s), 3.16 (2H, s), 3.43 (3H, s), 3.94 (3H, s), 7.10 (1H, s), 7.45-7.86 (6H, m), 8.27-8.29 (2H, m)。

#### 合成例 287

3-ピリジニル[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]カルバミド酸 エチルエステル二塩酸塩

- 20 合成例 190 と同様の方法により N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-3-ピリジンアミンおよびクロロギ酸エチルから表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮して表題化合物を得た。収率 29%。

非晶質。

- 25 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.15 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.19 (6H, s), 1.41 (3H, s), 1.48 (3H, s), 1.98-2.28 (2H, m), 3.00-3.30 (2H, m), 3.93 (3H, s), 4.15 (2H, q, J = 7.0 Hz), 7.09 (1H, s), 7.53-7.74 (5H, m), 7.95 (1H, d, J = 8.0 Hz), 8.52 (1H, d, J = 3.6 Hz), 8.67 (1H, d, J = 2.2 Hz), 12.79 (1H, br s)。

## 合成例 288

N-(3-ピリジニル)-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]尿素

- 5 N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-3-ピリジンアミン (336 mg, 0.786 mmol) のテトラヒドロフラン (3 mL) 溶液にイソシアン酸クロロスルホニル (0.075 mL, 0.865 mmol) を加え、室温で 6 時間攪拌した。反応液に酢酸 (1 mL) および水 (0.5 mL) を加え、室温でさらに 3 時間攪拌した。反応混合物を 5 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で  
10 洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:2 の後酢酸エチル) に供し、ヘキサン-酢酸エチルから結晶化させて表題化合物 (177 mg、収率 48%) を得た。

融点 168-169 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, br s), 1.26 (6H, s), 2.14 (2H, s), 2.69 (2H, s),  
15 3.91 (3H, s), 4.74 (2H, br s), 6.60 (1H, s), 7.24-7.31 (2H, m), 7.39-7.53 (3H, m), 7.70-7.78 (1H, m), 8.40 (1H, dd, J = 4.6, 1.3 Hz), 8.49 (1H, d, J = 2.0 Hz)。

## 合成例 289

- N-フェニル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
20 [2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン  
1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン (517 mg, 1.25 mmol) およびアニリン (0.04 mL, 1.50 mmol) のトルエン (2.5 mL) 溶液に炭酸カルシウム (570 mg, 1.75 mmol)、酢酸パラジウム(II) (8.4 mg, 0.0375 mmol) および 2,2'-ビス(ジフェニルホスフィノ)-1,1'-ピナフチル (35 mg, 0.0563 mmol) を加え、100 °C で 24 時間攪拌した。  
25 反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後

3:1) に供し、ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (226 mg、収率 42%) を得た。

融点 87-88 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.34 (6H, s), 2.36 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.91  
5 (3H, s), 5.74 (1H, s), 6.59 (1H, s), 6.89-7.30 (9H, m)。

#### 合成例 290

N-フェニル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミド塩酸塩

N-フェニル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
10 [2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (494 mg, 1.16 mmol) の N,N-ジメ  
チルホルムアミド (2 mL) 溶液にトリエチルアミン (0.18 mL, 1.28 mmol) および  
アセチルクロリド (0.086 mL, 1.22 mmol) を加え、室温で 10 時間攪拌した。反  
応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナ  
トリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩  
15 基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1) に供し、  
表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エ  
チル溶液を加え、減圧濃縮し、表題化合物 (364 mg、収率 62%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.56 (6H, s), 1.37 (3H, s), 1.51 (3H, s), 1.95 (3H, s), 2.50  
20 (2H, s), 3.26 (2H, s), 3.93 (3H, s), 7.09 (1H, s), 7.30-7.80 (9H, m), 12.70  
(1H, s)。

#### 合成例 291

1-(3-プロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル  
-4-フロ[2,3-h]イソキノリノール塩酸塩

25 1-(3-プロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル  
フロ[2,3-h]イソキノリン (2.00 g, 4.83 mmol) の四塩化炭素 (20 mL) 溶液に N-  
プロモスクシンイミド (773 mg, 4.34 mmol) および 2,2'-アゾビス(イソブチロニ  
トリル) (79 mg, 0.483 mmol) を加え、60 °C で 6 時間攪拌した。反応混合物を 2

M 塩酸で2回抽出し、合わせた水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 5:1 の後 1:2）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。

- 5  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (3H, s), 1.30 (3H, s), 1.35 (3H, s), 1.36 (3H, s), 2.26 (2H, s), 3.96 (3H, s), 4.48 (1H, s), 6.96 (1H, s), 7.22-7.39 (2H, m), 7.50-7.62 (2H, m)。

これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、酢酸エチルから結晶化させて表題化合物 (630 mg、収率 31%) を得た。

- 10 融点 190-192 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.24 (3H, s), 1.28 (3H, s), 1.34 (3H, s), 1.41 (3H, s), 2.26 (2H, s), 3.97 (3H, s), 4.56 (1H, br s), 6.17 (1H, s), 7.24 (1H, s), 7.59-7.62 (2H, m), 7.95-7.99 (2H, m)。

合成例 2 9 2

- 15 N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-4-ヒドロキシ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]アセトアミド  
合成例 2 5 4 と同様の方法により 1-(3-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-4-フロ[2,3-h]イソキノリノールおよび 3-アセトアミドベンゼンボロン酸から表題化合物を得た。収率 64%。

- 20 非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (3H, s), 1.30 (6H, s), 1.33 (3H, s), 2.18 (3H, s), 2.26 (2H, s), 3.97 (3H, s), 4.45 (1H, s), 6.96 (1H, s), 7.23-7.63 (8H, m), 7.72 (1H, br s)。

合成例 2 9 3

- 25 N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-4-ヒドロキシ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]アセトアミド塩酸塩

合成例 2 1 2 と同様の方法により N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-4-ヒドロキシ

-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]アセトアミドから表題化合物を得た。収率 88%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.37 (3H, s), 1.45 (3H, s), 2.07 (3H, s), 2.32  
5 (2H, s), 3.98 (3H, s), 4.61 (1H, br s), 6.18 (1H, br s), 7.26 (1H, s), 7.42-8.06  
(8H, m), 10.19 (1H, s), 12.67 (1H, br s)。

#### 合成例 294

N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]アセトアミド  
10 N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-4-ヒドロキシ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ  
フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]アセトアミド (290  
mg, 0.598 mmol) の クロロホルム (5 mL) 溶液に二酸化マンガ (1.04 g, 12.0  
mmol) を加え、室温で 6 時間攪拌した。無機物をろ取し、ろ液を減圧濃縮した。  
残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後  
15 1:2) に供し、ヘキサン-酢酸エチルから結晶化させて表題化合物 (209 mg、収率  
72%) を得た。

融点 210-212 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.34 (6H, s), 1.56 (6H, s), 2.20 (3H, s), 2.26 (2H, s), 4.00  
(3H, s), 7.27-7.69 (8H, m), 7.84 (1H, s)。

#### 20 合成例 295

5-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソ  
キノリン-1-イル)フェニル]-2-ピリジンアミン  
N-(5-ブromo-2-ピリジニル)アセトアミド (243 mg, 1.13 mmol) および 3-シアノ  
フェニルボロン酸 (249 mg, 1.70 mmol) の 1,2-ジメトキシエタン (2 mL) および  
25 エタノール (1 mL) 溶液に炭酸ナトリウム (198 mg, 1.86 mmol) の水 (1 mL) 溶  
液およびテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (55 mg, 0.0475  
mmol) を加え、80 °C で 15 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、テトラヒドロ  
フランで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸

ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。得られた結晶をジエチルエーテルで洗浄し、N-[5-(3-シアノフェニル)-2-ピリジニル]アセトアミド (205 mg、収率 77%) を得た。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 2.25 (3H, s), 7.54-7.92 (5H, m), 8.02 (1H, br s), 8.32 (1H, d, J = 8.0 Hz), 8.48 (1H, d, J = 2.2 Hz)。

このものを用いて合成例 17 と同様の方法により表題化合物を得た。収率 11%。

融点 165-168 °C (ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.26 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.50 (2H, s), 6.57 (1H, dd, J = 8.4, 0.8 Hz), 6.63 (1H, s), 7.32-7.56 (4H, m), 7.70 (1H, dd, J = 8.4, 2.4 Hz), 8.34 (1H, d, J = 1.8 Hz)。

#### 合成例 296

N-[5-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-ピリジニル]アセトアミド

合成例 295 のカラムクロマトグラフィーにより得られた 5-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-ピリジンアミンと N-[5-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-ピリジニル]アセトアミドの混合物から合成例 222 と同様の方法により表題化合物を得た。収率 8.9%。

融点 208-209 °C (ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.23 (3H, s), 2.26 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.25 (1H, d, J = 8.4 Hz), 7.38-7.58 (4H, m), 7.91-7.96 (2H, m), 8.51 (1H, d, J = 1.4 Hz)。

#### 合成例 297

N-[5-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-ピリジニル]メタンスルホンアミド塩酸塩

合成例 222 と同様の方法により 5-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-ピリジニル



ルアミンおよびメタンスルホニルクロリドから表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 54%。

非晶質。

- 5 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.45 (3H, s), 1.52 (3H, s), 2.26 (2H, s), 3.00-3.40 (5H, m), 3.95 (3H, s), 7.13-7.15 (2H, m), 7.58-7.78 (2H, m), 8.02-8.52 (6H, m)。

合成例 298

- 6-(エチルチオ)-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フェニルフロ  
10 [2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 17 と同様の方法により 7-(エチルチオ)-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフランおよびベンゾニトリルから表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、表題化合物を得た。収率 32%。

- 15 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.32 (3H, t, J = 7.5 Hz), 1.45 (6H, s), 2.19 (2H, s), 3.12 (2H, q, J = 7.5 Hz), 3.17 (2H, s), 7.23 (1H, s), 7.63-7.80 (5H, m)。

合成例 299

- 20 N-(4-ピリジニルメチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンスルホンアミド二塩酸塩

- 4-(アミノメチル)ピリジン (851 mg, 7.87 mmol) をピリジン (2 mL) に溶解し、氷冷下 4-シアノベンゼンスルホニルクロリド (1.75 g, 8.66 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物に氷冷下 2 M 塩酸を加え、ジエチルエーテルで洗  
25 浄した。水層を 5 M 水酸化ナトリウム水溶液で pH 8 とし、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル) に供し、4-シアノ-N-(4-ピリジニルメチル)ベンゼンスルホンアミド

(674 mg、収率 31%) を得た。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$  +  $\text{DMSO-d}_6$  2 滴)  $\delta$  4.12 (2H, d,  $J = 5.4$  Hz), 7.20 (2H, dd,  $J = 4.4, 1.4$  Hz), 7.74–7.80 (2H, m), 7.94–8.00 (2H, m), 8.08 (1H, br s), 8.50 (2H, dd,  $J = 4.4, 1.8$  Hz)。

- 5 これを用いて、合成例 17 と同様の方法により表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、エタノール–酢酸エチルから結晶化させて表題化合物を得た。収率 18%。

非晶質。

- $^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO-d}_6$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.48 (6H, s), 2.16 (2H, s), 3.19 (2H, s), 3.95 (3H, s), 4.34 (2H, d,  $J = 6.0$  Hz), 7.12 (1H, s), 7.83–7.89 (4H, m), 8.08 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz), 8.82 (2H, d,  $J = 6.6$  Hz), 9.07 (1H, t,  $J = 6.0$  Hz)。
- 10

合成例 300

N-メチル-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンスルホンアミド

- 15 メチルアミン塩酸塩 (1.05 g, 15.6 mmol) をピリジン (4 mL) に溶解し、氷冷下 4-シアノベンゼンスルホニルクロリド (3.30 g, 16.4 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物に氷水を加え、1 M 塩酸で酸性にし、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー
- 20 (ヘキサン/酢酸エチル 3:1 の後 1:1) に供し、得られた結晶をジエチルエーテルで洗浄して 4-シアノ-N-メチルベンゼンスルホンアミド (1.54 g、収率 56%) を得た。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  2.72 (3H, d,  $J = 5.2$  Hz), 4.50 (1H, q,  $J = 5.2$  Hz), 7.84 (2H, dd,  $J = 6.6, 1.8$  Hz), 7.99 (2H, dd,  $J = 6.6, 1.8$  Hz)。

- 25 これを用いて、合成例 17 と同様の方法により表題化合物を得た。収率 26%。

融点 146–148 °C (メタノール–ジエチルエーテル)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.65 (3H, d,  $J = 5.3$  Hz), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.43 (1H, q,  $J = 5.3$  Hz), 6.63 (1H, s),

7.57 (2H, d,  $J = 8.3$  Hz), 7.89 (2H, d,  $J = 8.3$  Hz)。

### 合成例 301

N-(2-アミノ-2-オキソエチル)-N-メチル-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンスルホンアミ  
5 ド

合成例 190 と同様の方法により N-メチル-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンスルホンアミ  
ドおよび 2-ブロモアセトアミドから表題化合物を得た。収率 35%。

融点 115-117 °C (酢酸エチル-ジエチルエーテル)。

- 10  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.14 (2H, s), 2.71 (2H, s), 2.84 (3H, s), 3.63 (2H, s), 3.93 (3H, s), 5.57 (1H, br s), 6.57 (1H, br s), 6.64 (1H, s), 7.62 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz), 7.84 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz)。

### 合成例 302

- 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(6-キノリニル)フロ  
15 [2,3-h]イソキノリン二塩酸塩

合成例 28 と同様の方法により 6-キノリンカルボニトリルを用いて表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、エタノール-酢酸エチルから結晶化させて表題化合物を得た。収率 37%。

- 20 融点 182-184 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.17 (6H, s), 1.50 (6H, s), 2.18 (2H, s), 3.05-3.35 (2H, m), 3.87 (3H, s), 7.15 (1H, s), 7.86 (1H, dd,  $J = 8.6, 4.4$  Hz), 8.02 (1H, dd,  $J = 8.8, 1.8$  Hz), 8.36 (1H, d,  $J = 8.8$  Hz), 8.51 (1H, s), 8.78 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz), 9.21 (1H, dd,  $J = 4.4, 1.4$  Hz)。

- 25 合成例 303

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(7-キノリニル)フロ  
[2,3-h]イソキノリン

7-キノリンカルボキサミド (1.21 g, 7.03 mmol) のクロロホルム (8 mL) 溶液に

オキシ塩化リン (3.28 mL, 35.1 mmol) を滴下し、90 °C で 3 時間攪拌した。反応混合物を氷水に注ぎ、濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮し、7-キノリンカルボニトリル (984 mg、収率 72%) を得た。

- 5  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  7.57 (1H, dd,  $J = 8.5, 4.1$  Hz), 7.72 (1H, dd,  $J = 8.4, 1.4$  Hz), 7.94 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz), 8.20–8.27 (1H, m), 8.50 (1H, s), 9.06 (1H, dd,  $J = 4.2, 1.6$  Hz)。

これを用いて、合成例 28 と同様の方法により表題化合物を得た。収率 48%。

融点 172–174 °C (ジエチルエーテル)。

- 10  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.74 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.65 (1H, s), 7.43 (1H, dd,  $J = 8.2, 4.2$  Hz), 7.61 (1H, dd,  $J = 8.2, 1.6$  Hz), 7.85 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz), 8.15–8.21 (2H, m), 8.95 (1H, dd,  $J = 4.2, 1.6$  Hz)。

合成例 304

- 15 N-メチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン

合成例 28 と同様の方法により 3-(メチルアミノ)ベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 22%。

融点 105–107 °C (ジエチルエーテル–ヘキサン)。

- 20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.35 (2H, s), 2.68 (2H, s), 2.84 (3H, s), 3.73 (1H, br s), 3.92 (3H, s), 6.59 (1H, s), 6.63–6.70 (3H, m), 7.13–7.21 (1H, m)。

合成例 305

3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,6,8,8-ペンタメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノ

- 25 リン塩酸塩

2,3-ジヒドロ-2,2,7-トリメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (1.02 g, 1.94 mmol) およびベンズアミド (1.14 g, 9.43 mmol) の トルエン (10 mL) 溶液にオキシ塩化リン (1.10 mL, 11.8 mmol) を加え、60 °C で 2 時間、続いて 90 °C

で 3 時間攪拌した。反応混合物を水に注ぎ、水層を分離、5 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 100:1 の後 10:1）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これをヘキサンに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、表題化合物（65 mg、収率 3.9%）を得た。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.43 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.21 (3H, s), 3.11 (2H, s), 7.16 (1H, s), 7.64–7.80 (5H, m)。

#### 10 合成例 306

1-(4-シクロヘキシルフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 1 と同様の方法により、4-シクロヘキシルベンゾニトリルを用いて表題化合物の遊離塩基を得た。これをエタノールに溶解し、3.3 M 塩化水素/エタノール溶液を加え、減圧下濃縮した。得られた残渣を酢酸エチルから結晶化させて表題化合物を得た。収率 21%。

融点 213–214 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.23–1.54 (12H, m), 1.69–1.96 (10H, m), 2.54–2.68 (1H, m), 2.28 (2H, s), 3.00 (2H, s), 4.01 (3H, s), 6.74 (1H, s), 7.39 (2H, d,  $J = 8.3\text{Hz}$ ), 7.68 (2H, d,  $J = 8.3\text{Hz}$ )。

#### 合成例 307

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(4-フェノキシフェニル)フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 306 と同様の方法により、4-フェノキシベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 19%。

融点 198–199 °C（酢酸エチル–ヘキサン）。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.39 (6H, s), 1.68 (6H, s), 2.40 (2H, s), 3.00 (2H, s), 4.02 (3H, s), 6.74 (1H, s), 7.12 (4H, d,  $J = 8.7\text{Hz}$ ), 7.18–7.26 (1H, m), 7.42 (2H,

t, J = 8.2Hz), 7.75 (2H, d, J = 8.7Hz)。

合成例 308

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(2-ナフチル)フロ  
[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 5 合成例 306 と同様の方法により、β-ナフトニトリルを用いて表題化合物を得た。  
収率 37%。

融点 158-160 °C (酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.29 (6H, s), 1.73 (6H, br s), 2.27 (2H, s), 3.05 (2H, br s),  
4.03 (3H, s), 6.78 (1H, s), 7.56-7.70 (3H, m), 7.90-8.09 (3H, m), 8.49 (1H,  
10 s)。

合成例 309

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[4-(1-ピペリジニ  
ル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 15 合成例 306 と同様の方法により、4-(1-ピペリジニル)ベンゾニトリルを用いて表  
題化合物を得た。収率 18%。

融点 188-190 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.63 (6H, s), 1.68 (12H, br), 2.58 (2H, s), 2.93 (2H, s), 3.42  
(4H, br), 4.00 (3H, s), 6.71 (1H, s), 6.93 (2H, d, J = 8.4Hz), 7.77 (2H, d,  
J = 8.4Hz)。

20 合成例 310

2,6-ビス(1,1-ジメチルエチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-  
テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェノール塩酸塩

合成例 306 と同様の方法により、3,5-ビス(1,1-ジメチルエチル)-4-ヒドロキシ  
ベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 50%。

25 融点 211-213 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.50 (18H, s), 1.69 (12H, s), 2.40 (2H, s), 2.98 (2H, s), 4.02  
(3H, s), 5.90 (1H, s), 6.74 (1H, s), 7.53 (2H, s)。

合成例 311

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(4-メチル-2-フェニル-1H-イミダゾール-5-イル)フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 306 と同様の方法により、4-メチル-2-フェニル-1H-イミダゾール-5-カルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 5%。

5 融点 238-240 °C (酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.35 (6H, br), 1.65 (6H, br), 2.29 (1H, br), 2.63 (1H, br), 2.71 (3H, br), 3.08 (2H, br), 4.01 (3H, s), 6.70 (1H, s), 7.22 (1H, br), 7.49 (2H, br), 7.90 (2H, br), 8.39 (1H, br)。

合成例 312

10 6-メチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン塩酸塩

合成例 306 と同様の方法により、3-シアノ-6-メチル-2(1H)-ピリジノンを用いて表題化合物を得た。収率 53%。

融点 178-180 °C (酢酸エチル)。

15 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.33 (6H, s), 1.51 (6H, s), 1.62 (2H, br), 2.36 (3H, s), 2.58 (2H, br), 3.90 (3H, s), 6.06 (1H, d, J = 7.3Hz), 6.59 (1H, s), 7.72 (1H, d, J = 7.3Hz)。

合成例 313

1-シクロペンチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 306 と同様の方法により、シクロペンタンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 20%。

融点 197-198 °C (酢酸エチル)。

25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.57 (6H, s), 1.65 (6H, s), 1.76 (2H, br), 2.05-2.30 (4H, m), 2.44-2.57 (2H, m), 2.88 (2H, s), 3.20-3.58 (3H, m), 4.00 (3H, s), 6.67 (1H, s)。

合成例 314

1-(4-エトキシフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチ

ルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 306 と同様の方法により、4-エトキシベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 57%。

融点 158-160 °C (酢酸エチル)。

- 5 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.37 (6H, s), 1.46 (3H, t, J = 7.0Hz), 1.67 (6H, s), 2.41 (2H, s), 2.99 (2H, s), 4.02 (3H, s), 4.14 (2H, q, J = 7.0Hz), 6.74 (1H, s), 7.04 (2H, br d, J = 6.1Hz), 7.75 (2H, br d, J = 6.1Hz)。

合成例 315

- 10 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[4-(1-メチルエトキシ)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 306 と同様の方法により、4-(1-メチルエトキシ)ベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 21%。

融点 130-132 °C (酢酸エチル)。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.38 (6H, s), 1.39 (6H, d, J = 4.6Hz), 1.66 (6H, s), 2.43 (2H, s), 2.97 (2H, s), 4.01 (3H, s), 4.65-4.75 (1H, m), 6.72 (1H, s), 7.02 (2H, d, J = 8.3Hz), 7.76 (2H, d, J = 8.3Hz)。

合成例 316

酢酸 [4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]メチルエステル塩酸塩

- 20 合成例 306 と同様の方法により、酢酸 4-シアノベンジルエステルを用いて表題化合物を得た。収率 24%。

融点 184-186 °C (酢酸エチル)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.35 (6H, s), 1.68 (9H, br s), 2.30 (2H, s), 3.05 (2H, br s), 4.02 (3H, s), 4.74 (2H, s), 6.74 (1H, s), 7.59 (4H, br)。

- 25 合成例 317

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-1-[4-[2-(4-メトキシフェニル)エトキシ]フェニル]-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 306 と同様の方法により、4-[2-(4-メトキシフェニル)エトキシ]ベンゾニ



トリルを用いて表題化合物を得た。収率 35%。

融点 198-200 °C (酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.37 (6H, s), 1.66 (6H, s), 2.39 (2H, s), 2.98 (2H, s), 3.07 (2H, t, J = 7.0Hz), 3.81 (3H, s), 4.01 (3H, s), 4.23 (2H, t, J = 7.0Hz), 6.72 (1H, s), 6.88 (2H, d, J = 8.6Hz), 7.03 (2H, d, J = 8.8Hz), 7.22 (2H, d, J = 8.6Hz), 7.72 (2H, d, J = 8.8Hz)。

#### 合成例 3 1 8

1-シクロヘキシル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 10 合成例 3 0 6 と同様の方法により、シクロヘキサンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 28%。

融点 210-211 °C (酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25-1.40 (2H, m), 1.58 (6H, s), 1.65 (6H, s), 1.69-1.85 (6H, m), 1.96-2.07 (2H, m), 2.58-2.78 (2H, m), 2.88-3.04 (3H, m), 3.99 (3H, s), 6.67 (1H, s)。

#### 合成例 3 1 9

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(2-メチルチアゾール-4-イル)フロ[2,3-h]イソキノリン

- 20 合成例 1 と同様の方法により、2-メチルチアゾール-4-カルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 5%。

融点 127-128 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.37 (6H, s), 2.34 (2H, s), 2.70 (2H, s), 2.74 (3H, s), 3.91 (3H, s), 6.59 (1H, s), 7.37 (1H, s)。

#### 合成例 3 2 0

- 25 1-(3-フルオロフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 3 0 6 と同様の方法により、3-フルオロベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 47%。

融点 198-199 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.24 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.06-7.18 (3H, m), 7.30-7.41 (1H, m)。

#### 合成例 3 2 1

- 5 1-(2,4-ジフルオロフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 と同様の方法により、2,4-ジフルオロベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 45%。

融点 143-144 °C (ヘキサン)。

- 10  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.14 (3H, s), 1.32 (3H, s), 1.38 (3H, s), 1.39 (3H, s), 2.17 (1H, d,  $J=15.8\text{Hz}$ ), 2.34 (1H, d,  $J=15.8\text{Hz}$ ), 2.63 (1H, d,  $J=15.6\text{Hz}$ ), 2.81 (1H, d,  $J=15.6\text{Hz}$ ), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 6.77-7.00 (2H, m), 7.32-7.43 (1H, m)。

#### 合成例 3 2 2

- 15 1-(3,5-ジフルオロフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 3 0 6 と同様の方法により、3,5-ジフルオロベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 42%。

融点 198-199 °C (酢酸エチル-ヘキサノールジエチルエーテル)。

- 20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.36 (6H, s), 2.30 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.71-6.90 (1H, m), 6.93-6.98 (2H, m)。

#### 合成例 3 2 3

1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-5-ベンゾフラン)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

- 25 合成例 1 と同様の方法により、7-メトキシ-2,3-ジヒドロ-5-ベンゾフランカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 52%。

融点 150-151 °C (ヘキサン)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.22 (6H, s), 1.34 (6H, s), 2.35 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.23

(2H, t, J = 8.8Hz), 3.85 (3H, s), 3.92 (3H, s), 4.67 (2H, t, J = 8.8Hz), 6.60 (1H, s), 6.75 (1H, s), 6.93 (1H, s)。

#### 合成例 3 2 4

5 N-[[4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]メチル]メタンスルホンアミド塩酸塩

合成例 3 0 6 と同様の方法により、N-[(4-シアノフェニル)メチル]メタンスルホンアミドを用いて表題化合物を得た。収率 65%。

融点 234-235 °C (酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.45 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.92 (3H, s), 3.17 (2H, s), 3.95 (3H, s), 4.33 (2H, d, J=3.8Hz), 7.10 (1H, s), 7.61 (4H, s), 7.84 (1H, br)。

#### 合成例 3 2 5

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-1-(6-メトキシ-3-ピリジニル)-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

15 合成例 3 0 6 と同様の方法により、6-メトキシ-3-ピリジンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 6%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.35 (6H, s), 2.33 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.93 (3H, s), 3.98 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.77 (1H, dd, J=8.4, 0.6Hz), 7.63 (1H, dd, J=8.4, 2.2Hz), 8.19 (1H, d, J=2.2Hz)。

#### 合成例 3 2 6

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(1-メチルエトキシ)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

25 合成例 3 0 6 と同様の方法により、3-(1-メチルエトキシ)ベンゾニトリルを用いて表題化合物を主生成物として得た。収率 26%。

融点 191-193 °C (酢酸エチル-ヘキサレンジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.30-1.33 (12H, m), 2.26 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.52-4.63 (1H, m), 6.60 (1H, s), 6.89-6.96 (3H, m), 7.27

(1H, t, J=7.4Hz)。

### 合成例 3 2 7

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェノール

- 5 合成例 3 2 6 において、表題化合物を副生成物として得た。収率 17%。

融点 208-209 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.28 (2H, s), 2.74 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.61-6.73 (3H, m), 6.85 (1H, t, J = 2.2Hz), 7.09 (1H, t, J = 7.8Hz)。

### 合成例 3 2 8

- 10 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-1-(6-メトキシベンゾチアゾール-2-イル)-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 と同様の方法により、2-シアノ-6-メトキシベンゾチアゾールを用いて表題化合物を得た。収率 18%。

融点 170-171 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.38 (6H, s), 2.70 (2H, s), 2.79 (2H, s), 3.91 (3H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.11 (1H, dd, J = 9.0, 2.5Hz), 7.39 (1H, d, J = 2.5Hz), 7.93 (1H, d, J = 9.0Hz)。

### 合成例 3 2 9

- 20 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ピリジン 1-オキシド

合成例 1 と同様の方法により、3-シアノピリジン 1-オキシドを用いて表題化合物を得た。収率 27%。

融点 145-146 °C (酢酸エチル-ヘキサン-ジイソプロピルエーテル)。

- 25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.37 (6H, s), 2.39 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.27-7.32 (2H, m), 8.22-8.26 (1H, m), 8.28 (1H, s)。

### 合成例 3 3 0

1-(6-クロロ-3-ピリジニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 1 と同様の方法により、6-クロロニコチノニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 11%。

融点 140-141 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.36 (6H, s), 2.28 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93  
5 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.38 (1H, d, J = 7.8Hz), 7.74 (1H, dd, J = 7.8, 2.2Hz),  
8.42 (1H, d, J = 2.0Hz)。

### 合成例 3 3 1

2-[2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]-4-ピリジンカルボキサミド  
10 1-(6-クロロ-3-ピリジニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラ  
メチルフロ[2,3-h]イソキノリン (1.0 g, 2.7 mmol)、4-ピリジンカルボキサミド  
1-オキシド (2.9 g, 21 mmol)、25% 臭化水素/酢酸溶液 (2.0 mL) および酢酸 (6.0  
mL) のトルエン (10 mL) 溶液を 30 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却後、  
15 反応混合物を水に注いだ。8 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えて弱アルカリ性にし  
た後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄  
した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を塩基  
性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (クロロホルム/メタノール 100:1 の後  
20:1) で精製し、表題化合物 (0.46 g, 収率 48%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.20 (6H, s), 1.46 (6H, s), 2.65 (2H, s), 2.88 (2H, s), 3.93  
20 (3H, s), 6.03 (1H, br), 6.62 (1H, s), 6.70 (1H, d, J = 9.2Hz), 7.04 (1H, br),  
7.61 (1H, dd, J = 9.2, 2.6Hz), 7.79 (1H, d, J = 5.0Hz), 8.08 (1H, d, J = 2.6Hz),  
8.28 (1H, s), 8.65 (1H, d, J = 5.0Hz)。

### 合成例 3 3 2

25 1-(2-ピリジニル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ  
フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 3 3 1 と同様の方法により、ピリジン 1-オキシドを用いて表題化合物を得た。収率 47%。

融点 203-204 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.20 (6H, s), 1.46 (6H, s), 2.65 (2H, s), 2.90 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.69 (1H, d, J = 9.4Hz), 7.33 (1H, td, J = 5.8, 1.2Hz), 7.57 (1H, dd, J = 9.4, 2.6Hz), 7.80-7.95 (2H, m), 8.06 (1H, d, J = 2.2Hz),  
5 8.55 (1H, d, J = 4.2Hz)。

### 合成例 3 3 3

1-(4-メチル-2-キノリニル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 3 3 1と同様の方法により、4-メチルキノリン 1-オキシドを用いて表題化合物を得た。収率 51%。

融点 212-213 °C (酢酸エチル-ヘキサン-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.52 (6H, s), 2.65 (2H, s), 2.76 (3H, s), 2.99 (2H, br s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.74 (1H, d, J = 8.8Hz), 7.57-7.75 (4H, m), 8.00-8.09 (3H, m)。

### 15 合成例 3 3 4

1-(3-メチル-2-キノリニル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 3 3 1と同様の方法により、3-メチルキノリン 1-オキシドを用いて表題化合物を得た。収率 58%。

20 融点 212-213 °C (酢酸エチル-ヘキサン-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.11 (3H, s), 1.30 (3H, s), 1.66 (6H, s), 2.42 (3H, s), 2.54-2.69 (2H, m), 2.73 (1H, d, J = 16.2Hz), 3.29 (1H, br d, J = 16.2Hz), 3.90 (3H, s), 6.58 (1H, s), 6.74 (1H, d, J = 9.4Hz), 7.53-7.83 (5H, m), 7.99 (1H, d, J = 8.0Hz), 8.10 (1H, s)。

### 25 合成例 3 3 5

1-(7-メチル-2-キノリニル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 3 3 1と同様の方法により、7-メチルキノリン 1-オキシドを用いて表題化合物を得た。

合物を得た。収率 6%。

融点 232-233 °C (酢酸エチルーヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.58 (6H, s), 2.56 (2H, s), 2.58 (3H, s), 3.01 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.71 (1H, d, J = 9.4Hz), 6.93 (1H, s), 7.44 (1H, dd, J = 8.4, 1.4Hz), 7.72-7.88 (4H, m), 8.23 (1H, d, J = 8.4Hz), 8.31 (1H, d, J = 1.8Hz)。

### 合成例 3 3 6

2-[2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]-4-ピリジンカルボン酸 エチル  
10 エステル二塩酸塩

合成例 3 3 1 と同様の方法により、4-ピリジンカルボン酸 エチルエステル 1-オキシドを用いて表題化合物の遊離塩基を得た。これをエタノールに溶解し、3.3 M 塩化水素/エタノール溶液を加え、減圧下濃縮して表題化合物を得た。収率 36%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.20 (6H, s), 1.42 (3H, t, J = 7.4Hz), 1.46 (6H, s), 2.65 (2H, s), 2.89 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.44 (2H, q, J = 7.4Hz), 6.62 (1H, s), 6.71 (1H, d, J = 9.3Hz), 7.59 (1H, dd, J = 9.3, 2.4Hz), 7.89 (1H, dd, J = 4.8, 1.4Hz), 8.04 (1H, d, J = 2.4Hz), 8.47 (1H, s), 8.67 (1H, d, J = 4.8Hz)。

### 合成例 3 3 7

5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

1-(6-クロロ-3-ピリジニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン (4.0 g, 11 mmol) の 6 M 塩酸 (40 mL) 溶液を 11.5 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却後、8 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えてアルカリ性にした後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を酢酸エチルーヘキサン-ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物 (3.6 g、収率 94%) を得た。

融点 195-196 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.17 (6H, s), 1.38 (6H, s), 2.59 (2H, s), 2.61 (2H, s), 3.91 (3H, s), 6.31 (1H, br), 6.52 (1H, d,  $J=9.3\text{Hz}$ ), 6.58 (1H, s), 7.41 (1H, dd,  $J=9.3, 2.2\text{Hz}$ ), 7.68 (1H, d,  $J=2.2\text{Hz}$ )。

5 合成例 3 3 8

1-メチル-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン (1.0 g, 2.8 mmol) と水素化ナトリウム (60%

- 10 油性, 0.35 g, 8.8 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) の溶液を室温で 15 分間攪拌した。反応液にヨードメタン (2.0 mL, 32 mmol) を室温に加え、室温で 9 時間攪拌した。反応液を水に注ぎ、1 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えてアルカリ性にした後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/クロロホルム/酢酸エチル 2:1:1 の後 1:2:2) で精製して、粗結晶を得た。得られた粗結晶を酢酸エチル-ヘキサン-ジイソプロピルエーテルより再結晶し、表題化合物 (0.52 g, 収率 50%) を得た。

融点 158-159 °C。

- 20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.20 (6H, s), 1.41 (6H, s), 2.61 (2H, s), 2.65 (2H, s), 3.60 (3H, s), 3.93 (3H, s), 6.56 (1H, d,  $J=9.4\text{Hz}$ ), 6.61 (1H, s), 7.33 (1H, dd,  $J=9.4, 2.6\text{Hz}$ ), 7.59 (1H, d,  $J=2.6\text{Hz}$ )。

合成例 3 3 9

1-(3-ピリジニルメチル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

- 25 合成例 3 3 8 と同様の方法により、3-(クロロメチル)ピリジン塩酸塩を用いて表題化合物を得た。収率 38%。

融点 247-248 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。



$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.19 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.47 (2H, s), 2.64 (2H, s), 3.91 (3H, s), 5.18 (2H, s), 6.60 (1H, s), 6.65 (1H, d,  $J=9.4\text{Hz}$ ), 7.27–7.32 (1H, m), 7.42 (1H, dd,  $J=9.4, 2.6\text{Hz}$ ), 7.51 (1H, d,  $J=2.2\text{Hz}$ ), 7.77 (1H, dd,  $J=7.6, 1.8\text{Hz}$ ), 8.57 (1H, dd,  $J=4.8, 1.4\text{Hz}$ ), 8.64 (1H, d,  $J=2.2\text{Hz}$ ).

5 合成例 3 4 0

1-(4-ピリジニルメチル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 3 3 8 と同様の方法により、4-(クロロメチル)ピリジン塩酸塩を用いて表題化合物を得た。収率 63%。

10 融点 199–200 °C (酢酸エチル–ジイソプロピルエーテル)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.19 (6H, s), 1.35 (6H, s), 2.52 (2H, s), 2.64 (2H, s), 3.92 (3H, s), 5.17 (2H, s), 6.61 (1H, s), 6.68 (1H, d,  $J=9.8\text{Hz}$ ), 7.21 (2H, d,  $J=5.8\text{Hz}$ ), 7.45–7.48 (2H, m), 8.59 (2H, d,  $J=5.8\text{Hz}$ ).

合成例 3 4 1

15 1-(2-ピリジニルメチル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 3 3 8 と同様の方法により、2-(クロロメチル)ピリジン塩酸塩を用いて表題化合物を得た。収率 72%。

融点 191–192 °C (酢酸エチル–ヘキサン)。

20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.20 (6H, s), 1.35 (6H, s), 2.57 (2H, s), 2.65 (2H, s), 3.92 (3H, s), 5.22 (2H, s), 6.60 (1H, s), 6.61 (1H, d,  $J=9.0\text{Hz}$ ), 7.17–7.27 (1H, m), 7.42 (1H, dd,  $J=9.2, 2.2\text{Hz}$ ), 7.49 (1H, d,  $J=7.6\text{Hz}$ ), 7.67 (1H, dd,  $J=7.6, 1.8\text{Hz}$ ), 7.72 (1H, d,  $J=2.2\text{Hz}$ ), 8.52 (1H, d,  $J=4.8\text{Hz}$ ).

合成例 3 4 2

25 1-(2-キノリニルメチル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 3 3 8 と同様の方法により、2-(クロロメチル)キノリン塩酸塩を用いて表題化合物を得た。収率 54%。

融点 210-211 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.19 (6H, s), 1.23 (6H, s), 2.53 (2H, s), 2.64 (2H, s), 3.91 (3H, s), 5.45 (2H, s), 6.59 (1H, s), 6.66 (1H, d, J=9.6Hz), 7.37-7.50 (1H, m), 7.53-7.59 (2H, m), 7.65-7.73 (1H, m), 7.75 (1H, d, J=2.2Hz), 7.81 (1H, d, J=8.0Hz), 7.98 (1H, d, J=8.6Hz), 8.15 (1H, d, J=8.8Hz)。

#### 合成例 3 4 3

1-(フェニルメチル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 3 3 8 と同様の方法により、ベンジルブロミドを用いて表題化合物を得た。

10 収率 38%。

融点 216-217 °C (酢酸エチル-ヘキサノ-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.18 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.44 (2H, s), 2.63 (2H, s), 3.91 (3H, s), 5.17 (2H, br s), 6.58 (1H, s), 6.66 (1H, d, J=9.8Hz), 7.32 (5H, s), 7.38-7.43 (2H, m)。

#### 15 合成例 3 4 4

2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジンアセトアミド塩酸塩

5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン (1.5 g, 4.3 mmol) と水素化ナトリウム (60% 油性, 0.19 g, 4.8 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) の溶液を室温で 25 分間攪拌した。反応液に 2-クロロアセトアミド (0.51 g, 5.5 mmol) を室温で加え、室温で 24 時間攪拌した。反応液を水に注ぎ、1 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えてアルカリ性にした後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (クロロホルム/メタノール 50:1 の後 20:1) で精製して、粗結晶を得た。得られた粗結晶のエタノール (20 mL) 溶液に 3.3M 塩化水素/エタノール溶液 (5.0 mL, 17 mmol) を加え、室温で 10 分間攪拌した。反応液を減圧下濃縮し、表題化合物 (1.3 g、収率 59%)

を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.34 (6H, s), 1.40 (6H, s), 2.78 (2H, br), 3.08 (2H, s),  
3.93 (3H, s), 4.60 (2H, br), 6.59 (1H, d, J=9.5Hz), 7.06 (1H, s), 7.73 (1H,  
5 dd, J=9.5, 2.4Hz), 7.76 (1H, s), 8.27 (1H, d, J=2.4Hz), 8.33 (1H, s), 12.39  
(1H, br)。

#### 合成例 3 4 5

2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジン酢酸 エチルエステル

10 合成例 3 3 8 と同様の方法により、ブromo酢酸エチルを用いて表題化合物を得た。  
収率 17%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.20 (6H, s), 1.30 (3H, t, J=7.4Hz), 1.42 (6H, s), 2.65 (2H,  
s), 2.73 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.25 (2H, q, J=7.4Hz), 4.68 (2H, br), 6.60-6.65  
15 (2H, m), 7.42-7.47 (2H, m)。

#### 合成例 3 4 6

2-オキソ-N-(3-ピリジニル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テト  
ラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジンアセトアミド

2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
20 [2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジン酢酸 エチルエステル (1.4 g, 3.2  
mmol) と 3-アミノピリジン (0.58 g, 6.2 mmol) のデカリン (10 mL) 溶液をアル  
ゴン雰囲気下 200 °C で 17 時間攪拌した。反応液に 2 M 塩酸を加え、クロロホル  
ムで洗浄した。水溶液に 8 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えてアルカリ性にした  
後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄し  
25 た後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を塩基性  
シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル/メタノール 50:1 の後 10:1)  
で精製して、粗結晶を得た。得られた粗結晶を酢酸エチル-ジイソプロピルエー  
テルより再結晶し、表題化合物 (0.20 g、収率 13%) を得た。

融点 276-277 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.40 (6H, s), 2.66 (4H, s), 3.93 (3H, s), 4.78 (2H, br s), 6.62 (1H, s), 6.71 (1H, d, J=9.3Hz), 7.18-7.27 (1H, m), 7.56 (1H, dd, J=9.3, 2.6Hz), 7.69 (1H, d, J=2.2Hz), 8.04-8.08 (1H, m), 8.33 (1H, dd, J=4.6, 1.4Hz), 8.63 (1H, d, J=2.6Hz), 9.65 (1H, s)。

#### 合成例 3 4 7

N-(2-ヒドロキシエチル)-2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジンアセトアミド

- 10 合成例 3 4 6 と同様の方法により、2-アミノエタノールを用いて表題化合物を得た。収率 59%。

融点 133-134 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.20 (6H, s), 1.42 (6H, s), 2.65 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.41 (2H, m), 3.69 (2H, t, J=4.8Hz), 3.92 (3H, s), 4.64 (2H, s), 6.61 (1H, s), 6.62 (1H, d, J=7.6Hz), 7.37-7.48 (2H, m), 7.63 (1H, d, J=2.2Hz)。

#### 合成例 3 4 8

2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジン酢酸 1,1-ジメチルエチルエステル

- 20 合成例 3 3 8 と同様の方法により、プロモ酢酸 tert-ブチルを用いて表題化合物を得た。収率 51%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.20 (6H, s), 1.42 (15H, s), 2.65 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.65 (2H, br), 6.61-6.65 (2H, m), 7.40-7.48 (2H, m)。

#### 合成例 3 4 9

- 25 2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジン酢酸塩酸塩

2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジン酢酸 1,1-ジメチルエチルエステル

(2.7 g, 5.8 mmol) の 6 M 塩酸 (30 mL) 溶液を 1 時間加熱還流した。室温まで冷却した後、反応液を減圧下濃縮した。得られた残渣をクロロホルム-ジイソプロピルエーテルより結晶化させて表題化合物 (2.5 g、収率 97%) を得た。

融点 231-233 °C (分解)。

- 5 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.34 (6H, s), 1.39 (6H, s), 2.80 (2H, br), 3.08 (2H, s), 3.94 (3H, s), 4.71 (2H, s), 6.63 (1H, d, J=9.6Hz), 7.07 (1H, s), 7.76 (1H, dd, J=9.6, 3.0Hz), 8.33 (1H, d, J=3.0Hz), 12.40 (1H, br)。

合成例 3 5 0

- 4-[[2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
10 [2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]安息香酸 メチルエステ  
ル

合成例 3 3 8 と同様の方法により、4-(プロモメチル)安息香酸メチルを用いて表題化合物を得た。収率 62%。

非晶質。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.18 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.47 (2H, s), 2.63 (2H, s), 3.91 (6H, s), 5.22 (2H, br s), 6.60 (1H, s), 6.67 (1H, d, J=9.8Hz), 7.37-7.46 (4H, m), 8.01 (2H, d, J=8.4Hz)。

合成例 3 5 1

- N-(2-ヒドロキシエチル)-4-[[2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ  
20 -3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メ  
チル]ベンズアミド塩酸塩

- 4-[[2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]安息香酸 メチルエステ  
ル (1.0 g, 2.0 mmol) と 2-アミノエタノール (2.0 mL, 33 mmol) のキシレン (10  
25 mL) 溶液を 4 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却した後、溶媒を減圧下留  
去した。残渣に水を加え、1 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えてアルカリ性にした  
後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄し  
た後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を塩基性

シリカゲルカラムクロマトグラフィー（酢酸エチル/メタノール 50:1 の後 20:1）で精製して、粗結晶を得た。得られた粗結晶のエタノール（20 mL）溶液に 3.3 M 塩化水素/エタノール溶液（3.0 mL, 10 mmol）を加え、室温で 10 分間攪拌した。反応液を減圧下濃縮し、得られた残渣をクロロホルム-ジイソプロピルエーテルより  
5 結晶化させ、表題化合物（1.1 g、収率 96%）を得た。

融点 175-176 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.42 (6H, s), 2.66 (2H, s), 3.09 (2H, s), 3.30-3.40 (2H, m), 3.50 (2H, t, J=5.6Hz), 3.93 (3H, s), 5.24 (2H, br), 6.62 (1H, d, J=9.6Hz), 7.07 (1H, s), 7.45 (2H, d, J=8.0Hz), 7.67 (1H, dd, J=9.4,  
10 2.2Hz), 7.88 (2H, d, J=8.0Hz), 8.51-8.57 (2H, m)。

#### 合成例 3 5 2

4-[[2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]安息香酸塩酸塩

合成例 3 4 9 と同様の方法により、4-[[2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メ  
15 トキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]安息香酸 メチルエステルから表題化合物を得た。収率 62%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.42 (6H, s), 2.65 (2H, s), 3.09 (2H, s), 3.93 (3H, s), 5.30 (2H, br), 6.64 (1H, d, J=9.6Hz), 7.08 (1H, s), 7.49 (2H, d, J=8.4Hz), 7.70 (1H, dd, J=9.6, 2.2Hz), 7.93 (2H, d, J=8.4Hz), 8.58 (1H, d, J=2.2Hz), 12.62 (1H, br)。  
20

#### 合成例 3 5 3

4-[[2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]ベンズアミド

25 4-[[2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]安息香酸塩酸塩（1.6 g, 3.1 mmol）とオキサリルクロリド（0.75 mL, 8.6 mmol）のテトラヒドロフラン（50 mL）溶液に N,N-ジメチルホルムアミド（0.1 mL）を室温に加え、反応液を室温で 1

時間攪拌した。反応液を減圧下濃縮乾固した。得られた残渣のテトラヒドロフラン (50 mL) 溶液に 6.3 M アンモニア/エタノール溶液 (30 mL) を室温に加え、反応液を室温で 1 時間攪拌した。反応液を減圧下濃縮し、残渣に水を加え、有機物をクロロホルムで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (クロロホルム/メタノール 50:1 の後 20:1) で精製して、粗結晶を得た。得られた粗結晶を酢酸エチルより再結晶し、表題化合物 (0.44 g、収率 31%) を得た。

融点 262-266 °C。

10  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.18 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.49 (2H, s), 2.63 (2H, s), 3.91 (3H, s), 5.21 (2H, s), 5.64 (1H, br), 6.08 (1H, br), 6.60 (1H, s), 6.66 (1H, d,  $J=9.0\text{Hz}$ ), 7.39-7.47 (4H, m), 7.79 (2H, d,  $J=8.0\text{Hz}$ )。

合成例 3 5 4

15 N-メチル-4-[[2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]ベンズアミド  
合成例 3 5 3 と同様の方法により、40% メチルアミン/メタノール溶液を用いて表題化合物を得た。収率 41%。

非晶質。

20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.18 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.49 (2H, s), 2.63 (2H, s), 3.00 (3H, d,  $J=5.2\text{Hz}$ ), 3.91 (3H, s), 5.20 (2H, br), 6.18 (1H, br), 6.59 (1H, s), 6.65 (1H, d,  $J=10\text{Hz}$ ), 7.36-7.46 (4H, m), 7.73 (2H, d,  $J=8.0\text{Hz}$ )。

合成例 3 5 5

25 4-[[2-オキソ-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]-N-プロピルベンズアミド

合成例 3 5 3 と同様の方法により、プロピルアミンを用いて表題化合物を得た。収率 57%。

融点 193-195 °C (酢酸エチル-ヘキサン-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.97 (3H, t, J=7.2Hz), 1.18 (6H, s), 1.33 (6H, s), 1.55-1.65 (2H, m), 2.48 (2H, s), 2.63 (2H, s), 3.41 (2H, q, J=7.2Hz), 3.91 (3H, s), 5.20 (2H, s), 6.12 (1H, br), 6.59 (1H, s), 6.65 (1H, d, J=9.0Hz), 7.37-7.45 (4H, m), 7.73 (2H, d, J=8.0Hz)。

#### 5 合成例 3 5 6

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 4-(メチルチオ)ベンゾニトリル (0.776 g, 5.20 mmol) のトルエン (5 mL) および酢酸 (5 mL) 溶液に氷冷下濃硫酸 (0.5 mL) を滴下した。氷浴を取り除き、2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (0.929 g, 4.00 mmol) のトルエン (5 mL) 溶液を加え、80 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物に氷を加え、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これに 2.8 M 塩化水素/エタノール溶液 (7.4 mL) を加え、減圧濃縮した。残渣をジエチルエーテルから結晶化させ、酢酸エチルから再結晶して表題化合物 (0.72 g、収率 43%) を得た。融点 137-140 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.37 (6H, s), 1.67 (6H, s), 2.39 (2H, s), 2.55 (3H, s), 3.00 (2H, s), 4.02 (3H, s), 6.74 (1H, s), 7.36 (2H, d, J = 8.2 Hz), 7.68 (2H, d, J = 8.2 Hz)。

#### 合成例 3 5 7

1-(2,3-ジヒドロ-5-ベンゾフラン-2-イル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 25 合成例 3 5 6 と同様の方法により 2,3-ジヒドロ-5-ベンゾフランカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 51%。

融点 144-148 °C (酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.39 (6H, s), 1.65 (6H, s), 2.45 (2H, s), 2.98 (2H, s), 3.36



(2H, t,  $J = 8.8$  Hz), 4.01 (3H, s), 4.72 (2H, t,  $J = 8.8$  Hz), 6.73 (1H, s), 6.86 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz), 7.32 (1H, dd,  $J = 8.4, 1.8$  Hz), 7.93 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz)。

#### 合成例 3 5 8

- 5 1-(1,3-ベンゾジオキソール-5-イル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 3 5 6 と同様の方法により 1,3-ベンゾジオキソール-5-カルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 44%。

融点 156-160 °C (酢酸エチル)。

- 10  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.39 (6H, s), 1.65 (6H, s), 2.45 (2H, s), 2.99 (2H, s), 4.01 (3H, s), 6.11 (2H, s), 6.73 (1H, s), 6.97 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz), 7.17 (1H, br s), 7.27-7.29 (1H, m)。

#### 合成例 3 5 9

- 15 N,N-ジメチル-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン塩酸塩

合成例 3 5 6 と同様の方法により 4-(ジメチルアミノ)ベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 24%。

融点 165-168 °C (酢酸エチル-エタノール)。

- 20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.40 (6H, s), 1.62 (6H, s), 2.58 (2H, s), 2.94 (2H, s), 3.10 (6H, s), 4.01 (3H, s), 6.73 (1H, s), 6.75 (2H, d,  $J = 9.0$  Hz), 7.77 (2H, d,  $J = 9.0$  Hz)。

#### 合成例 3 6 0

- 1-[4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]エタノン塩酸塩

- 25 合成例 3 5 6 と同様の方法により 4-アセチルベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 29%。

融点 167-170 °C (酢酸エチル-エタノール)。

- $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.34 (6H, s), 1.71 (6H, s), 2.21 (2H, s), 2.69 (3H, s), 3.06

(2H, s), 4.03 (3H, s), 6.77 (1H, s), 7.80 (2H, d,  $J = 8.2$  Hz), 8.14 (2H, d,  $J = 8.2$  Hz)。

### 合成例 3 6 1

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(2-チエニル)フロ  
5 [2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 3 5 6 と同様の方法により 2-チオフェンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 30%。

融点 154-156 °C (酢酸エチル-エタノール)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$  1.41 (6H, s), 1.66 (6H, s), 2.59 (2H, s), 3.00 (2H, s), 4.02  
10 (3H, s), 6.75 (1H, s), 7.29 (1H, br s), 7.82 (1H, d,  $J = 4.6$  Hz), 8.05 (1H, br s)。

### 合成例 3 6 2

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[4-(トリフルオロメ  
チル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

15 合成例 3 5 6 と同様の方法により 4-(トリフルオロメチル)ベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 53%。

融点 149-151 °C (酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$  1.35 (6H, s), 1.71 (6H, s), 2.19 (2H, s), 3.05 (2H, s), 4.03  
(3H, s), 6.77 (1H, s), 7.84 (4H, s)。

### 20 合成例 3 6 3

1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラン)-3,4,8,9-テトラ  
ヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 3 5 6 と同様の方法により 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベン  
ゾフランカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 38%。

25 融点 141-143 °C (ジエチルエーテル-酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$  1.40 (6H, s), 1.56 (6H, s), 1.66 (6H, s), 2.50 (2H, s), 2.97  
(2H, s), 3.08 (2H, s), 4.02 (3H, s), 4.06 (3H, s), 6.74 (1H, s), 7.12 (1H, br s), 7.46 (1H, br s)。

## 合成例 3 6 4

ビス[3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-[4-(フェニルチオ)フェニル]フロ[2, 3-h]イソキノリン]三塩酸塩

合成例 3 5 6 と同様の方法により 4-(フェニルチオ)ベンゾニトリルを用いて表題

5 化合物を得た。収率 48%。

融点 130-132 °C (ジエチルエーテル-酢酸エチル)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.37 (6H, s), 1.67 (6H, s), 2.35 (2H, s), 3.00 (2H, s), 4.01 (3H, s), 6.74 (1H, s), 7.27-7.63 (9H, m)。

## 合成例 3 6 5

10 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-[4-(1-メチルエチル)フェニル]フロ[2, 3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 3 5 6 と同様の方法により 4-(1-メチルエチル)ベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 37%。

融点 169-171 °C (酢酸エチル)。

15  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.31 (6H, d,  $J = 6.8$  Hz), 1.35 (6H, s), 1.69 (6H, s), 2.29 (2H, s), 2.95-3.08 (1H, m), 3.01 (2H, s), 4.02 (3H, s), 6.75 (1H, s), 7.42 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz), 7.69 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz)。

## 合成例 3 6 6

20 3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-(5-メチル-2-チエニル)フロ[2, 3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 3 5 6 と同様の方法により 5-メチル-2-チオフエンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 12%。

融点 177-179 °C (酢酸エチル)。

25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.39 (6H, s), 1.69 (6H, s), 2.30 (3H, s), 2.32 (2H, s), 3.02 (2H, s), 4.02 (3H, s), 6.73 (1H, s), 7.01 (1H, d,  $J = 4.8$  Hz), 7.60 (1H, d,  $J = 4.8$  Hz)。

## 合成例 3 6 7

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-[4-(トリフルオロメ

トキシ)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 3 5 6 と同様の方法により 4-(トリフルオロメトキシ)ベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 27%。

融点 163-166 °C (酢酸エチル)。

- 5 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.36 (6H, s), 1.70 (6H, s), 2.25 (2H, s), 3.04 (2H, s), 4.03 (3H, s), 6.76 (1H, s), 7.41 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.81 (2H, d, J = 8.4 Hz)。

合成例 3 6 8

2-メトキシ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェノール

- 10 4-ヒドロキシ-3-メトキシベンゾニトリル (0.895 g, 6.00 mmol) のトルエン (5 mL) および酢酸 (5 mL) 溶液に氷冷下濃硫酸 (0.6 mL) を滴下した。氷浴を取り除き、2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (1.16 g, 5.00 mmol) のトルエン (5 mL) 溶液を加え、80 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物に氷を加え、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後酢酸エチル) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (0.92 g, 収率 48%) を得た。

融点 143-145 °C。

- 20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.32 (2H, s), 2.55 (1H, br s), 2.68 (2H, s), 3.89 (3H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 6.86-6.92 (3H, m)。

合成例 3 6 9

1-(3,5-ジクロロ-4-ピリジニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

- 25 合成例 3 6 8 と同様の方法により 3,5-ジクロロ-4-ピリジンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 23%。

融点 147-148 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.34 (6H, s), 1.35 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.78 (2H, s), 3.92

(3H, s), 6.63 (1H, s), 8.56 (2H, s)。

合成例 370

1-(2-フラニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン

- 5 合成例 368 と同様の方法により 2-フロニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 25%。

融点 125-127 °C (ヘキサン)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.41 (6H, s), 2.51 (2H, s), 2.66 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.49 (1H, dd, J = 3.4, 1.8 Hz), 6.58 (1H, s), 6.66 (1H, d, J = 3.4  
10 Hz), 7.48 (1H, d, J = 1.8 Hz)。

合成例 371

2-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェノール

- 15 合成例 368 と同様の方法により酢酸 2-シアノフェニルを用いて表題化合物を得た。収率 19%。

融点 186-189 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.42 (6H, s), 2.64 (2H, s), 2.74 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.64 (1H, s), 6.75-6.84 (1H, m), 6.98-7.03 (1H, m), 7.24-7.32 (2H, m)。

- 20 合成例 372

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(3-チエニル)フロ  
[2,3-h]イソキノリン

合成例 368 と同様の方法により 3-チオフェンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 45%。

- 25 融点 119-122 °C (ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.35 (6H, s), 2.36 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.11 (1H, dd, J = 5.0, 1.2 Hz), 7.30-7.39 (2H, m)。

合成例 373

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(3-メチル-2-チエニル)フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 368 と同様の方法により 3-メチル-2-チオフェンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 23%。

5 融点 195-197 °C (ヘキサン-酢酸エチル)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.19 (6H, s), 1.40 (6H, s), 2.50 (3H, d,  $J = 0.8$  Hz), 2.63 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.59 (1H, s), 6.67-6.69 (1H, m), 6.84 (1H, d,  $J = 3.6$  Hz)。

合成例 374

10 1-(2-クロロ-3-ピリジニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 368 と同様の方法により 2-クロロ-3-ピリジンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 29%。

融点 159-160 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

15  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.21 (3H, s), 1.30 (3H, s), 1.36 (3H, s), 1.39 (3H, s), 2.03 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz), 2.25 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz), 2.70 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz), 2.81 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz), 3.92 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.34 (1H, dd,  $J = 7.2, 4.8$  Hz), 7.69 (1H, dd,  $J = 7.2, 1.8$  Hz), 8.46 (1H, dd,  $J = 4.8, 1.8$  Hz)。

合成例 375

20 1-(2,6-ジクロロ-4-メチル-3-ピリジニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 368 と同様の方法により 2,6-ジクロロ-4-メチル-3-ピリジンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 25%。

融点 97-101 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.32 (3H, s), 1.33 (3H, s), 1.34 (3H, s), 1.37 (3H, s), 2.02 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz), 2.19 (3H, s), 2.32 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz), 2.74 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz), 2.79 (1H, d,  $J = 15.8$  Hz), 3.92 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.20 (1H, s)。

## 合成例 376

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-ピラジニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン

- 5 合成例 368 と同様の方法によりピラジニカルボニトリルを用いて表題化合物を  
得た。収率 6%。

融点 154-155 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.30 (6H, s), 1.34 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.74 (2H, s), 3.92  
(3H, s), 6.62 (1H, s), 8.57 (1H, dd, J = 2.6, 1.6 Hz), 8.64 (1H, d, J = 2.6  
Hz), 8.87 (1H, d, J = 1.6 Hz)。

## 10 合成例 377

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(4-ニトロフェニル)  
フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 368 と同様の方法により 4-ニトロベンゾニトリルを用いて表題化合物を  
得た。収率 42%。

- 15 融点 152-153 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93  
(3H, s), 6.64 (1H, s), 7.60 (2H, ddd, J = 8.6, 2.2, 1.8 Hz), 8.27 (2H, ddd,  
J = 8.6, 2.2, 1.8 Hz)。

## 合成例 378

- 20 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[4-(メチルスルフィ  
ニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 368 と同様の方法により 4-(メチルスルフィニル)ベンゾニトリルを用い  
て表題化合物を得た。収率 26%。

融点 120-121 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

- 25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.70 (2H, s), 2.72  
(3H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.58 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.70 (2H, d,  
J = 8.4 Hz)。

## 合成例 379

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[4-(メチルスルホニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 368 と同様の方法により 4-(メチルスルホニル)ベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 52%。

5 融点 189-190 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.18 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.04 (3H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.63 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.99 (2H, d, J = 8.4 Hz)。

合成例 380

10 1-(3-フラニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 368 と同様の方法により 3-フロニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 31%。

融点 130-131 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

15 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.40 (6H, s), 2.65 (4H, s), 3.92 (3H, s), 6.46 (1H, dd, J = 1.8, 0.8 Hz), 6.59 (1H, s), 7.44 (1H, dd, J = 1.8, 1.4 Hz), 7.59 (1H, dd, J = 1.4, 0.8 Hz)。

合成例 381

20 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-(3,4,5-トリメトキシフェニル)フロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 368 と同様の方法により 3,4,5-トリメトキシベンゾニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 45%。

融点 186-188 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.34 (6H, s), 2.34 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.84 (3H, s), 3.86 (6H, s), 3.93 (3H, s), 6.61-6.62 (3H, m)。

合成例 382

1-[2,2'-ビピリジン]-6-イル-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン



1-[2,2'-ビピリジン]-6-イル-1,6-ジヒドロ-6-オキソ-3-ピリジンカルボニトリル (2.06 g, 7.51 mmol) のトルエン (10 mL) 溶液に、氷冷下濃硫酸 (10 mL) を滴下した。2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (1.45 g, 6.26 mmol) のトルエン (10 mL) 溶液を滴下し、0 °C で 10 分間  
 5 攪拌した。反応混合物に氷を加え、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (1% メタノール/酢酸エチルの後 5%) に供し、酢酸エチルーヘキサンから再結晶して表題化合物 (0.43 g、収率 17%) を得た。

10 融点 231-234 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.42 (6H, s), 2.66 (2H, s), 2.89 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.76 (1H, dd, J = 9.2, 0.6 Hz), 7.32 (1H, ddd, J = 7.2, 4.8, 1.0 Hz), 7.62 (1H, dd, J = 9.2, 2.6 Hz), 7.80 (1H, ddd, J = 8.0, 7.2, 1.0 Hz), 7.91-8.02 (2H, m), 8.09 (1H, dd, J = 2.6, 0.6 Hz), 8.28 (1H, dt, J = 8.0, 1.0 Hz), 8.44 (1H, dd, J = 6.6, 2.2 Hz), 8.68 (1H, ddd, J = 4.8, 1.8, 1.0 Hz)。

#### 合成例 383

1-(8-メチル-2-キノリニル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

20 合成例 382 と同様の方法により 1,6-ジヒドロ-1-(8-メチル-2-キノリニル)-6-オキソ-3-ピリジンカルボニトリルから表題化合物を得た。収率 29%。

融点 182-183 °C (酢酸エチルーヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.45 (6H, s), 2.66 (2H, s), 2.74 (3H, s), 2.88 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.74 (1H, dd, J = 9.2, 0.8 Hz), 7.47 (1H, dd, J = 7.6, 7.0 Hz), 7.56-7.62 (2H, m), 7.71 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.92 (1H, d, J = 8.8 Hz), 8.14 (1H, dd, J = 2.6, 0.8 Hz), 8.23 (1H, d, J = 8.8 Hz)。

#### 合成例 384

1-(4-メチル-2-ピリジニル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テト

ラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

- 1,6-ジヒドロ-1-(4-メチル-2-ピリジニル)-6-オキソ-3-ピリジンカルボニトリル  
(3.22 g, 15.2 mmol) のトルエン (10 mL) 溶液に、氷冷下濃硫酸 (10 mL) を滴下  
した。2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾ  
5 フラン (2.72 g, 11.7 mmol) のトルエン (10 mL) 溶液を滴下し、室温で 30 分間  
攪拌した。反応混合物に氷を加え、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2  
回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナ  
トリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフ  
ィー (1% メタノール/酢酸エチルの後 5%) に供し、さらに塩基性シリカゲルカラ  
ムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサ  
ンから再結晶して表題化合物 (1.00 g、収率 19%) を得た。

融点 161-162 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.19 (6H, s), 1.45 (6H, s), 2.44 (3H, s), 2.64 (2H, s), 2.89  
(2H, s), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 6.68 (1H, d, J = 9.6 Hz), 7.13 (1H, ddd,  
15 J = 5.2, 1.6, 0.8 Hz), 7.55 (1H, dd, J = 9.6, 2.6 Hz), 7.70 (1H, d, J = 1.6  
Hz), 8.00 (1H, d, J = 2.6 Hz), 8.38 (1H, d, J = 5.2 Hz)。

#### 合成例 385

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノ  
リン-1-イル)ピリジン 1-オキシド

- 20 4-シアノピリジン 1-オキシド (1.26 g, 10.0 mmol) のトルエン (5 mL) 溶液に、  
氷冷下濃硫酸 (5 mL) を滴下した。2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-(2-  
メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (1.63 g, 7.00 mmol) のトルエン (5 mL) 溶  
液を滴下し、0 °C で 30 分間、さらに 80 °C で 30 分間攪拌した。反応混合物に氷  
を加え、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機  
25 層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、  
減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル)  
に供し、酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (1.33 g、収率 54%) を  
得た。

融点 197-199 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.39 (6H, s), 2.41 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.64 (1H, s), 7.38 (2H, d, J = 7.0 Hz), 8.25 (2H, d, J = 7.0 Hz)。

### 合成例 386

- 5 4-メチル-1-[4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2-ピリジニル]-2(1H)-キノリノン  
4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノ  
リン-1-イル)ピリジン 1-オキシド (3.52 g, 10.0 mmol) および 2-クロロ-4-メ  
チルキノリン (3.55 g, 20.0 mmol) のキシレン (30 mL) および酢酸 (6 mL) 溶液  
10 に 25% 臭化水素/酢酸溶液 (4 mL) を加え、4 時間加熱還流した。反応混合物に氷  
水を加え、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有  
機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、  
減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢  
酸エチル 2:1) に供し、酢酸エチルから再結晶して表題化合物 (2.46 g、収率 50%)  
15 を得た。

融点 218-219 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.40 (6H, s), 2.51 (3H, d, J = 1.0 Hz), 2.57  
(2H, br s), 2.68 (2H, s), 3.91 (3H, s), 6.59 (1H, s), 6.61 (1H, d, J = 1.0  
Hz), 6.64 (1H, dd, J = 8.4, 1.2 Hz), 7.17-7.25 (1H, m), 7.29-7.38 (2H, m),  
20 7.61 (1H, dd, J = 5.2, 1.6 Hz), 7.70 (1H, dd, J = 8.0, 1.4 Hz), 8.82 (1H, dd,  
J = 5.2, 0.8 Hz)。

### 合成例 387

- 1-[4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソ  
キノリン-1-イル)-2-ピリジニル]-2(1H)-ピリジノン  
25 4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノ  
リン-1-イル)ピリジン 1-オキシド (5.00 g, 14.2 mmol) および 2-クロロピリ  
ジン (16.1 g, 142 mmol) のキシレン (45 mL) および酢酸 (9 mL) 溶液に 25% 臭  
化水素/酢酸溶液 (6 mL) を加え、8 時間加熱還流した。反応混合物に氷水を加え、

水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（酢酸エチル）、続いて塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 1:1）に供し、酢酸エチルから再結晶して表題化合物（1.55 g、収率 25%）を得た。

融点 223-224 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.38 (6H, s), 2.54 (2H, br s), 2.69 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.24-6.32 (1H, m), 6.61 (1H, s), 6.61 (1H, ddd, J = 9.2, 1.4, 0.8 Hz), 7.34-7.43 (2H, m), 7.78 (1H, ddd, J = 6.8, 2.2, 0.8 Hz), 7.93 (1H, dd, J = 1.4, 0.6 Hz), 8.61 (1H, dd, J = 5.0, 0.6 Hz)。

#### 合成例 388

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ピリジン 1-オキシド (0.90 g, 2.55 mmol) の無水酢酸 (5 mL) 溶液を 20 時間加熱還流した。反応混合物をメタノール (100 mL) に溶解し、濃アンモニア水 (20 mL) を加えて室温で 30 分間攪拌した。反応溶媒を減圧下で濃縮除去し、残渣に水を加えた。有機物をクロロホルムで抽出し、抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（クロロホルムの後 2% メタノール/クロロホルム）に供し、酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (0.52 g、収率 58%) を得た。

融点 232-233 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.40 (6H, s), 2.63 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.35 (1H, dd, J = 6.6, 1.4 Hz), 6.60 (1H, d, J = 1.4 Hz), 6.61 (1H, s), 7.43 (1H, d, J = 6.6 Hz), 11.42 (1H, br s)。

#### 合成例 389

1-(4-ピリジニルメチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラ

メチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン (1.06 g, 3.00 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (15 mL) 懸濁液に氷冷下、水素化ナトリウム (60% 油分散物) (0.360 g, 9.00 mmol) を加えた後、室温で 30 分間攪拌した。4-(クロロメチル)ピリジン塩酸塩 (0.738 g, 4.50 mmol) を加え、さらに室温で 1 時間攪拌した。反応溶媒を減圧下で濃縮留去し、残渣に水を加えた。有機物を酢酸エチル抽出し、飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後酢酸エチル) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して、表題化合物 (0.41 g, 収率 31%) を得た。

融点 171-172 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.40 (6H, s), 2.65 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.92 (3H, s), 5.18 (2H, br s), 6.28 (1H, dd, J = 7.0, 1.8 Hz), 6.61 (1H, s), 6.65 (1H, d, J = 1.8 Hz), 7.18 (2H, d, J = 6.0 Hz), 7.32 (1H, d, J = 7.0 Hz), 8.58 (2H, d, J = 6.0 Hz)。

合成例 390

1-(2-メトキシエチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 389 と同様の方法により 2-ブロモエチルメチルエーテルを用いて表題化合物を得た。収率 38%。

融点 85-87 °C (ヘキサン-酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.39 (6H, s), 2.63 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.31 (3H, s), 3.66 (2H, t, J = 5.0 Hz), 3.92 (3H, s), 4.15 (2H, br s), 6.18 (1H, dd, J = 7.0, 1.8 Hz), 6.58 (1H, d, J = 1.8 Hz), 6.60 (1H, s), 7.39 (1H, d, J = 7.0 Hz)。

合成例 391

1-(2-ピリジニルメチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラ

メチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 3 8 9 と同様の方法により 2-(クロロメチル)ピリジン塩酸塩を用いて表題化合物を得た。収率 57%。

融点 165-166 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

- 5 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.38 (6H, s), 2.63 (2H, s), 2.66 (2H, s), 3.91 (3H, s), 5.26 (2H, br s), 6.23 (1H, dd, J = 7.0, 1.8 Hz), 6.58 (1H, d, J = 1.8 Hz), 6.59 (1H, s), 7.18-7.25 (1H, m), 7.42 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.58 (1H, d, J = 7.0 Hz), 7.66 (1H, td, J = 7.6, 1.8 Hz), 8.53 (1H, d, J = 4.8 Hz)。

合成例 3 9 2

- 10 2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジンアセトアミド

合成例 3 8 9 と同様の方法により 2-クロロアセトアミドを用いて表題化合物を主生成物として得た。収率 56%。

融点 251-252 °C (酢酸エチル-メタノール)。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.13 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.61 (4H, s), 3.81 (3H, s), 4.55 (2H, s), 6.14 (1H, dd, J = 7.0, 1.8 Hz), 6.22 (1H, d, J = 1.8 Hz), 6.80 (1H, s), 7.20 (1H, br s), 7.61 (1H, d, J = 7.0 Hz), 7.65 (1H, br s)。

合成例 3 9 3

- 20 N-(2-アミノ-2-オキソエチル)-2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジンアセトアミド

合成例 3 9 2 において、表題化合物を副生成物として得た。収率 10%。

融点 166-168 °C (酢酸エチル)。

- 25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.13 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.61 (4H, s), 3.68 (2H, d, J = 5.6 Hz), 3.81 (3H, s), 4.63 (2H, s), 6.19 (1H, dd, J = 6.8, 1.8 Hz), 6.25 (1H, d, J = 1.8 Hz), 6.80 (1H, s), 7.14 (1H, br s), 7.30 (1H, br s), 7.66 (1H, d, J = 6.8 Hz), 8.47 (1H, t, J = 5.6 Hz)。

合成例 3 9 4

1-(3-ピリジニルメチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 389 と同様の方法により 3-(クロロメチル)ピリジン塩酸塩を用いて表題化合物を得た。収率 56%。

5 融点 126-128 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.39 (6H, s), 2.63 (2H, s), 2.66 (2H, s), 3.92 (3H, s), 5.19 (2H, br s), 6.25 (1H, dd, J = 6.8, 1.8 Hz), 6.60 (1H, s), 6.62 (1H, d, J = 1.8 Hz), 7.28 (1H, dd, J = 8.0, 4.8 Hz), 7.35 (1H, d, J = 6.8 Hz), 7.72 (1H, d, J = 8.0 Hz), 8.57 (1H, dd, J = 4.8, 1.6 Hz), 8.61 (1H, d, J = 1.6 Hz)。

合成例 395

1-メチル-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 389 と同様の方法によりヨードメタンを用いて表題化合物を得た。収率 62%。

融点 180-181 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.40 (6H, s), 2.64 (2H, s), 2.66 (2H, s), 3.58 (3H, s), 3.92 (3H, s), 6.23 (1H, dd, J = 7.0, 1.8 Hz), 6.58 (1H, d, J = 1.8 Hz), 6.60 (1H, s), 7.33 (1H, d, J = 7.0 Hz)。

20 合成例 396

1-(2-キノリニルメチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 389 と同様の方法により 2-(クロロメチル)キノリン塩酸塩を用いて表題化合物を得た。収率 55%。

25 融点 189-190 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.37 (6H, s), 2.65 (4H, s), 3.91 (3H, s), 5.47 (2H, br s), 6.24 (1H, dd, J = 6.8, 1.8 Hz), 6.59 (1H, s), 6.63 (1H, d, J = 1.8 Hz), 7.51 (1H, d, J = 8.4 Hz), 7.49-7.59 (1H, m), 7.60 (1H, d, J = 6.8

Hz), 7.68-7.77 (1H, m), 7.82 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz), 8.03 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz), 8.14 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz)。

#### 合成例 3 9 7

2-[2-[2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ  
5 ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]エチル]-1H-イソインドール  
-1,3(2H)-ジオン

合成例 3 8 9 と同様の方法により N-(2-プロモエチル)フタルイミドを用いて表題化合物を得た。収率 14%。

融点 226-228 °C (酢酸エチル-メタノール)。

10  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.19 (6H, s), 1.50 (6H, s), 2.65 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.13 (2H, br s), 4.26 (2H, br s), 6.15 (1H, dd,  $J = 7.0, 1.8$  Hz), 6.51 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz), 6.58 (1H, s), 7.14 (1H, d,  $J = 7.0$  Hz), 7.72-7.84 (4H, m)。

#### 合成例 3 9 8

15 1-[2-(ジメチルアミノ)エチル]-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 3 8 9 と同様の方法により 2-(ジメチルアミノ)エチルクロリド塩酸塩を用いて表題化合物を得た。収率 9%。

融点 111-113 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

20  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.38 (6H, s), 2.28 (6H, s), 2.62 (2H, t,  $J = 6.6$  Hz), 2.63 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.05 (2H, t,  $J = 6.6$  Hz), 6.19 (1H, dd,  $J = 7.0, 1.8$  Hz), 6.56 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz), 6.60 (1H, s), 7.35 (1H, d,  $J = 7.0$  Hz)。

#### 合成例 3 9 9

25 1-(フェニルメチル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 3 8 9 と同様の方法によりベンジルブロミドを用いて表題化合物を得た。収率 68%。



融点 170-172 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.38 (6H, s), 2.63 (2H, s), 2.66 (2H, s), 3.91 (3H, s), 5.18 (2H, br s), 6.19 (1H, dd, J = 7.0, 1.8 Hz), 6.59 (1H, s), 6.62 (1H, d, J = 1.8 Hz), 7.30-7.33 (6H, m)。

5 合成例 400

4-[[2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]安息香酸 メチルエステル

10 合成例 389 と同様の方法により 4-(ブロモメチル)安息香酸 メチルエステルを用いて表題化合物を得た。収率 73%。

融点 193-194 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.39 (6H, s), 2.64 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.92 (6H, s), 5.23 (2H, br s), 6.24 (1H, dd, J = 7.0, 1.8 Hz), 6.60 (1H, s), 6.63 (1H, d, J = 1.8 Hz), 7.32 (1H, d, J = 7.0 Hz), 7.36 (2H, d, J = 8.4 Hz), 8.01 (2H, d, J = 8.4 Hz)。

15 合成例 401

N-(2-ヒドロキシエチル)-4-[[2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]ベンズアミド

20 4-[[2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]安息香酸 メチルエステル (1.32 g, 2.64 mmol) および 2-アミノエタノール (2 mL, 33.1 mmol) のキシレン (10 mL) 溶液を 7 時間加熱還流した。反応混合物に氷水を加え、クロロホルムで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、  
25 硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル/メタノール 19:1 の後 9:1) に供し、酢酸エチル-メタノールから再結晶して表題化合物 (0.81 g、収率 58%) を得た。

融点 220-222 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.40 (6H, s), 2.64 (2H, s), 2.66 (2H, s), 3.48-3.59 (3H, m), 3.76 (2H, t, J = 5.0 Hz), 3.92 (3H, s), 5.18 (2H, br s), 6.26 (1H, dd, J = 7.0, 1.8 Hz), 6.60 (1H, s), 6.63 (1H, d, J = 1.8 Hz), 7.07 (1H, br t, J = 5.5 Hz), 7.30 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.35 (1H, d, J = 7.0 Hz), 7.74 (2H, d, J = 8.4 Hz)。

## 合成例 402

- 4-[[2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]-N-(4-ピリジニル)ベンズアミド
- 10 4-[[2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]安息香酸メチルエステル (2.78 g, 5.55 mmol) を 1 M 水酸化ナトリウム水溶液 (30 mL) に溶解させ、30 分間加熱還流した。反応液を室温まで冷却後、2 M 塩酸 (30 mL) 加えた。溶媒を減圧下で濃縮留去し、エタノールで希釈した。生じた不溶物を濾過し、エタノールを減圧下で濃縮留去した。この操作を 2 回繰り返すことにより、4-[[2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]安息香酸塩酸塩 (2.90 g, 定量的) を得た。得られた 4-[[2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]メチル]安息香酸塩酸塩 (1.20 g, 2.29 mmol)、4-アミノピリジン (0.259 g, 2.75 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (0.701 g, 4.58 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) 溶液に、氷冷下 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (0.483 g, 2.52 mmol) を加え、同温で 1 時間さらに室温で 30 時間攪拌した。反応溶媒を減圧下で濃縮留去し、残渣に水酸化ナトリウム水溶液を注いだ。有機物を酢酸エチルで抽出し、抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (1% メタノール/酢酸エチルの後 2%) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (0.15 g, 収率 12%) を得た。

融点 144-146 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.39 (6H, s), 2.63 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.92 (3H, s), 5.20 (2H, br s), 6.29 (1H, dd, J = 6.8, 1.8 Hz), 6.61 (2H, s), 7.32 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.38 (1H, d, J = 6.8 Hz), 7.70 (2H, dd, J = 4.8, 1.8 Hz),  
5 7.84 (2H, d, J = 8.4 Hz), 8.51 (2H, dd, J = 4.8, 1.8 Hz), 9.06 (1H, br s)。

#### 合成例 403

2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジン酢酸 1,1-ジメチルエチルエステル  
合成例 389 と同様の方法によりプロモ酢酸 tert-ブチルを用いて表題化合物を  
10 得た。収率 80%。

融点 166-168 °C (ジエチルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.40 (6H, s), 1.49 (9H, s), 2.67 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.57 (2H, s), 6.25 (1H, dd, J = 7.0, 1.8 Hz), 6.59 (1H, d, J = 1.8 Hz), 6.59 (1H, s), 7.25 (1H, d, J = 7.0 Hz)。

#### 15 合成例 404

2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジン酢酸塩酸塩

2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジン酢酸 1,1-ジメチルエチルエステル  
20 (10.1 g, 21.6 mmol) を 6 M 塩酸 (25 mL) に溶解させ、1 時間加熱還流した。反  
応液を室温まで冷却後、反応溶媒を減圧下で濃縮留去して、表題化合物 (9.60 g,  
99%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.41 (6H, s), 1.53 (6H, s), 2.68 (2H, s), 2.98 (2H, s), 3.98  
25 (3H, s), 4.71 (2H, br s), 6.24 (1H, br s), 6.35 (1H, d, J = 7.0 Hz), 6.70 (2H,  
s), 7.72 (1H, d, J = 7.0 Hz)。

#### 合成例 405

2-オキソ-N-(3-ピリジニル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テト

- ラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジンアセトアミド  
 2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
 [2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジン酢酸塩酸塩 (1.20 g, 2.68 mmol)、  
 3-アミノピリジン (0.303 g, 3.22 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリア  
 5 ザール-水和物 (0.821 g, 5.36 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) 溶  
 液に、氷冷下 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩  
 (0.566 g, 2.95 mmol) を加え、同温で 1 時間さらに室温で 3 時間攪拌した。反  
 応溶媒を減圧下で濃縮留去し、残渣に水酸化ナトリウム水溶液を注いだ。有機物を  
 酢酸エチルで抽出し、抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム  
 10 上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー  
 (5% メタノール/酢酸エチル) に供し、酢酸エチル-メタノールから再結晶して  
 表題化合物 (0.51 g、収率 39%) を得た。

融点 251-253 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.40 (6H, s), 2.63 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.93  
 15 (3H, s), 4.80 (2H, br s), 6.42 (1H, dd, J = 7.0, 1.8 Hz), 6.62 (1H, s), 6.75  
 (1H, d, J = 1.8 Hz), 7.20 (1H, dd, J = 8.4, 4.6 Hz), 7.52 (1H, d, J = 7.0 Hz),  
 7.94 (1H, ddd, J = 8.4, 1.8, 1.4 Hz), 8.31 (1H, dd, J = 4.6, 1.4 Hz), 8.64  
 (1H, d, J = 1.8 Hz), 9.82 (1H, br s)。

合成例 406

- 20 2-オキソ-N-(5-キノリニル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テト  
 ラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジンアセトアミド  
 合成例 405 と同様の方法により 5-アミノキノリンを用いて表題化合物を得た。  
 収率 10%。

融点 136-138 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.59 (2H, s), 2.66 (2H, s), 3.92  
 25 (3H, s), 4.89 (2H, br s), 6.48 (1H, dd, J = 6.8, 1.8 Hz), 6.61 (1H, s), 6.80  
 (1H, d, J = 1.8 Hz), 7.47 (1H, dd, J = 8.8, 4.0 Hz), 7.58 (1H, d, J = 6.8 Hz),  
 7.70 (1H, t, J = 8.4 Hz), 7.93 (1H, d, J = 8.4 Hz), 8.21 (1H, d, J = 8.8 Hz),

8.47 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz), 8.93 (1H, dd,  $J = 4.0, 1.2$  Hz), 10.21 (1H, br s)。

#### 合成例 407

1-(2-キノリニル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

- 5 1-(6-クロロ-3-ピリジニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン (0.78 g, 2.10 mmol) およびキノリン 1-オキシド水和物 (3.05 g, 21.0 mmol) のトルエン (5 mL) および酢酸 (5 mL) 溶液に 25% 臭化水素/酢酸溶液 (1 mL) を加え、20 時間加熱還流した。反応混合物に氷水を加え、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を
- 10 水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1) に供し、酢酸エチルから再結晶して表題化合物 (0.41 g, 収率 41%) を得た。

融点 191-192 °C。

- 15  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.21 (6H, s), 1.52 (6H, s), 2.65 (2H, s), 2.98 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.74 (1H, d,  $J = 9.2$  Hz), 7.55-7.63 (1H, m), 7.64 (1H, dd,  $J = 9.2, 2.6$  Hz), 7.69-7.77 (1H, m), 7.88 (1H, dd,  $J = 8.0, 1.4$  Hz), 7.92 (1H, d,  $J = 8.8$  Hz), 8.04 (1H, dd,  $J = 8.0, 1.4$  Hz), 8.12 (1H, d,  $J = 2.2$  Hz), 8.26 (1H, d,  $J = 8.8$  Hz)。

#### 20 合成例 408

1-(1-イソキノリニル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

合成例 407 と同様の方法によりイソキノリン 2-オキシドを用いて表題化合物を得た。収率 40%。

- 25 融点 147-149 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.16 (3H, s), 1.23 (3H, s), 1.41 (3H, s), 1.55 (3H, s), 2.63 (2H, s), 2.75 (1H, d,  $J = 16.0$  Hz), 3.22 (1H, d,  $J = 16.0$  Hz), 3.90 (3H, s), 6.58 (1H, s), 6.78 (1H, d,  $J = 9.6$  Hz), 7.62-7.80 (6H, m), 7.92 (1H, d,  $J =$

8.4 Hz), 8.46 (1H, d, J = 5.8 Hz)。

#### 合成例 409

1-[4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2-ピリジニル]-2(1H)-キノリノン

- 5 4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ピリジン 1-オキシド (0.95 g, 2.7 mmol)、2-クロロキノリン (1.8 g, 11 mmol)、25% 臭化水素/酢酸溶液 (0.7 mL) および酢酸 (6.0 mL) のトルエン (8.8 mL) 溶液を 1 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却後、反応混合物を水に注いだ。濃アンモニア水で弱アルカリ性にした後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル/ヘキサン 2:1 の後 1:1) で精製して、粗結晶を得た。得られた粗結晶を酢酸エチル-ヘキサンより再結晶し、表題化合物 (0.72 g, 収率 56%) を得た。

- 15 融点 190-191 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.18 (6H, s), 1.24 (6H, s), 2.51 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.80 (3H, s), 6.48 (1H, d, J=8.8Hz), 6.68 (1H, d, J=9.6Hz), 6.80 (1H, s), 7.26 (1H, t, J=7.2Hz), 7.40-7.48 (2H, m), 7.64 (1H, dd, J=4.9, 1.6Hz), 7.79 (1H, d, J=7.6Hz), 8.05 (1H, d, J=9.6Hz), 8.80 (1H, d, J=4.9Hz)。

- 20 合成例 410

1,6-ジヒドロ-6-オキソ-1-[4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2-ピリジニル]-3-ピリジンカルボキサミド

- 25 合成例 409 と同様の方法により、6-クロロニコチンアミドを用いて表題化合物を得た。収率 31%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.38 (6H, s), 2.05 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.12 (2H, br), 6.59 (1H, d, J=9.6Hz), 6.62 (1H, s), 7.42 (1H, d,

J=5.0Hz), 7.78 (1H, dd, J=9.6, 2.6Hz), 7.90 (1H, s), 8.49 (1H, d, J=2.6Hz), 8.59 (1H, d, J=5.0Hz)。

#### 合成例 4 1 1

- 1-(2-クロロ-4-ピリジニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラ  
5 メチルフロ[2,3-h]イソキノリン  
4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ピリジン 1-オキシド (2.4 g, 6.8 mmol) のオキシ塩化リン (20 mL, 210 mmol) 溶液を 30 分加熱還流した。反応液を室温まで冷却後、氷水に注いだ。水酸化ナトリウム水溶液を加えてアルカリ性にした後、有機物を酢酸エチルで抽出  
10 した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1 の後 3:1) で精製して、粗結晶を得た。得られた粗結晶を酢酸エチル-ヘキサンから再結晶し、主生成物として表題化合物 (0.84 g, 収率 33%) を得た。
- 15 融点 139-140 °C。  
<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.37 (6H, s), 2.30 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.64 (1H, s), 7.27 (1H, dd, J=5.2, 0.8Hz), 7.43 (1H, d, J=0.8Hz), 8.44 (1H, d, J=5.2Hz)。

#### 合成例 4 1 2

- 20 1-(3-クロロ-4-ピリジニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン  
合成例 4 1 1 において、表題化合物を副生成物として得た。収率 8%。  
融点 126-128 °C (ヘキサン)。  
<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (3H, s), 1.30 (3H, s), 1.35 (3H, s), 1.38 (3H, s), 2.05  
25 (2H, s), 2.69 (1H, d, J = 15.7Hz), 2.80 (1H, d, J = 15.7Hz), 3.92 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.31 (1H, d, J = 4.8Hz), 8.58 (1H, d, J = 4.8Hz), 8.63 (1H, s)。

#### 合成例 4 1 3

2-[2-オキソ-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ

[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-1(2H)-ピリジニル]-4-ピリジンカルボキサミド  
1-(2-クロロ-4-ピリジニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラ  
メチルフロ[2,3-h]イソキノリン (1.0 g, 2.7 mmol)、4-ピリジンカルボキサミド  
1-オキシド (2.9 g, 21 mmol)、25% 臭化水素/酢酸溶液 (1.0 mL) および酢酸 (5.6  
5 mL) のキシレン (10 mL) 溶液を 9 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却後、  
反応混合物を水に注いだ。8 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えて弱アルカリ性にし  
た後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄  
した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を塩基  
性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (クロロホルム/メタノール 50:1 の後  
10 20:1) で精製して、粗結晶を得た。得られた粗結晶を酢酸エチル-ジイソプロピル  
エーテルより再結晶し、表題化合物 (0.22 g、収率 17%) を得た。

融点 174-175 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.43 (6H, s), 2.69 (2H, s), 2.76 (2H, s), 3.93  
(3H, s), 6.12 (1H, br), 6.43 (1H, d, J=7.3Hz), 6.63 (1H, s), 6.68 (1H, s),  
15 7.16-7.39 (1H, br), 7.78 (1H, d, J=4.4Hz), 8.01 (1H, d, J=7.3Hz), 8.33 (1H,  
s), 8.67 (1H, d, J=4.4Hz)。

#### 合成例 4 1 4

1-(2-ピリジニル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ  
フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン

20 合成例 4 1 3 と同様の方法により、ピリジン 1-オキシドを用いて表題化合物を得  
た。収率 56%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.42 (6H, s), 2.69 (2H, s), 2.78 (2H, s), 3.93  
(3H, s), 6.39 (1H, dd, J=7.1, 1.8Hz), 6.62-6.67 (2H, m), 7.30-7.37 (1H, m),  
25 7.80-7.89 (1H, m), 7.96-8.00 (2H, m), 8.57-8.60 (1H, m)。

#### 合成例 4 1 5

1-(2-キノリニル)-4-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ  
フロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン



合成例 4 1 3 と同様の方法により、キノリン 1-オキシドを用いて表題化合物を得た。収率 24%。

融点 175-176 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.44 (6H, s), 2.70 (2H, s), 2.82 (2H, s), 3.94  
5 (3H, s), 6.45 (1H, dd, J=7.4, 1.8Hz), 6.63 (1H, s), 6.70 (1H, d, J=1.4Hz),  
7.61 (1H, td, J=7.6, 1.2Hz), 7.77 (1H, td, J=8.4, 1.4Hz), 7.90 (1H, d, J=8.4Hz),  
7.99-8.16 (3H, m), 8.27 (1H, d, J=8.8Hz)。

合成例 4 1 6

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-1-(4-メトキシフェニル)-3,3-ジメチルフロ  
10 [2,3-h]イソキノリン

合成例 1 と同様の方法により、4-アニソニトリルと 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ  
-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフランから表題化合物を得た。収率 49%。

融点 147-148 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 2.46 (2H, t, J = 8.8Hz), 2.68 (2H, s), 3.87 (3H,  
15 s), 3.93 (3H, s), 4.37 (2H, t, J = 8.8Hz), 6.61 (1H, s), 6.91 (2H, d, J = 8.7Hz),  
7.34 (2H, d, J = 8.7Hz)。

合成例 4 1 7

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,9,9-テトラメチル-1-フェニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン

20 合成例 1 と同様の方法により、ベンゾニトリルと 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-3,3-  
ジメチル-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフランから表題化合物を得た。収率  
1.4%。

融点 142-143 °C (ヘキサノ-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.78 (6H, s), 1.18 (6H, s), 2.61 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.03  
25 (2H, s), 6.65 (1H, s), 7.32-7.44 (5H, m)。

合成例 4 1 8

3,3-ジエチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニルフロ  
[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 306 と同様の方法により、ベンゾニトリルと 5-(2-エチル-1-プテニル)-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチルベンゾフランから表題化合物を得た。

収率 36%。

融点 178-179 °C (酢酸エチル)。

- 5 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.07 (6H, t, J = 7.8Hz), 1.33 (6H, s), 1.94-2.18 (4H, m), 2.22 (2H, s), 3.07 (2H, s), 4.01 (3H, s), 6.76 (1H, s), 7.57-7.67 (5H, m)。

合成例 419

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フロ[2,3-h]イソキノリンカルボン酸 メチルエステル

- 10 合成例 1 と同様の方法により、シアノギ酸メチルを用いて表題化合物を得た。収率 16%。

融点 161-162 °C (クロロホルム-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.49 (6H, s), 2.65 (2H, s), 2.94 (2H, s), 3.91 (3H, s), 3.93 (3H, s), 6.55 (1H, s)。

- 15 合成例 420

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フロ[2,3-h]イソキノリンカルボン酸塩酸塩

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フロ[2,3-h]イソキノリンカルボン酸 メチルエステル (1.49 g, 4.69 mmol) のメタノール (5 mL) 溶

- 20 液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液を加え、混合物を 60 °C で 5 時間攪拌した。反応液を 5 M 塩酸で酸性にし、減圧濃縮した。残渣にエタノールを加えてろ過し、ろ液を減圧濃縮する操作を 3 回繰り返す、表題化合物 (1.50 g、収率 94%) を得た。

非晶質。

- 25 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.35 (6H, s), 1.41 (6H, s), 3.02 (2H, s), 3.17 (2H, s), 3.91 (3H, s), 6.99 (1H, s)。

合成例 421

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-N-[2-(4-ピリジニル)]

エチル]-1-フロ[2,3-h]イソキノリンカルボキサミド

合成例 1 5 9 と同様の方法により、3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フロ[2,3-h]イソキノリンカルボン酸塩酸塩および 4-(2-アミノエチル)ピリジンから、表題化合物を得た。収率 42%。

- 5 融点 160-161 °C (ジイソプロピルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.15 (6H, s), 1.47 (6H, s), 2.59 (2H, s), 2.93 (2H, t, J=7.0 Hz), 3.02 (2H, s), 3.68 (2H, d, J=7.0 Hz), 3.89 (3H, s), 6.52 (1H, s), 6.93-7.02 (1H, m), 7.22 (2H, d, J=6.0 Hz), 8.55 (2H, d, J=6.0 Hz)。

合成例 4 2 2

- 10 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-N-フェニル-1-フロ[2,3-h]イソキノリンカルボキサミド

合成例 1 5 9 と同様の方法により、3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フロ[2,3-h]イソキノリンカルボン酸塩酸塩およびアニリンから、表題化合物を得た。収率 60%。

- 15 融点 175-176 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.48 (6H, s), 2.63 (2H, s), 3.21 (2H, s), 3.91 (3H, s), 6.55 (1H, s), 7.14 (1H, t, J=7.4 Hz), 7.38 (2H, d, J=7.4 Hz), 7.68 (2H, d, J=7.4 Hz), 8.84 (1H, s)。

合成例 4 2 3

- 20 N-(1-アザビシクロ[2.2.2]オクト-3-イル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フロ[2,3-h]イソキノリンカルボキサミド

合成例 1 5 9 と同様の方法により、3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-フロ[2,3-h]イソキノリンカルボン酸塩酸塩および 3-アミノ-1-アザビシクロ[2.2.2]オクタンから、表題化合物を得た。収率 60%。

- 25 融点 139-142 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.17 (3H, s), 1.19 (3H, s), 1.48 (6H, s), 1.62-1.86 (4H, m), 2.02-2.10 (1H, m), 2.58-2.66 (1H, m), 2.59 (2H, s), 2.80-2.98 (4H, m), 3.14 (2H, s), 3.35-3.49 (1H, m), 3.89 (3H, s), 3.97-4.08 (1H, m), 6.52 (1H, s),

6.96 (1H, d, J=7.2 Hz)。

#### 合成例 4 2 4

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3-ジメチル-1-(2-チエニル)フロ[2,3-h]イソキノリン

- 5 合成例 3 6 8 と同様の方法により 2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフランおよび 2-チオフェンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 23%。

融点 122-125 °C (ヘキサン)。

- 10 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 2.67 (2H, s), 2.73 (2H, t, J = 8.6 Hz), 3.93 (3H, s), 4.43 (2H, t, J = 8.6 Hz), 6.60 (1H, s), 7.01-7.09 (2H, m), 7.35 (1H, dd, J = 5.0, 1.4 Hz)。

#### 合成例 4 2 5

3',4'-ジヒドロ-6'-メトキシ-3',3'-ジメチル-1'-フェニルスピロ[シクロペンタン-1,8'(9'H)-フロ[2,3-h]イソキノリン]

- 15 ベンゾニトリル (0.700 g, 6.50 mmol) のトルエン (5 mL) および酢酸 (5 mL) 溶液に氷冷下濃硫酸 (0.6 mL) を滴下した。氷浴を取り除き、7-メトキシ-5-(2-メチル-1-プロペニル)スピロ[ベンゾフラン-2(3H),1'-シクロペンタン] (1.29 g, 5.00 mmol) のトルエン (5 mL) 溶液を加え、80 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物に氷を加え、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (0.87 g、収率 48%) を得た。
- 20

融点 130-131 °C。

- 25 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.43-2.05 (8H, m), 2.32 (2H, s), 2.69 (2H, s), 3.91 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.38 (5H, s)。

#### 合成例 4 2 6

3',4'-ジヒドロ-6'-メトキシ-3',3'-ジメチル-1'-(2-チエニル)スピロ[シクロペ

ンタン-1,8' (9'H)-フロ[2,3-h]イソキノリン]

合成例 4 2 5 と同様の方法により 2-チオフェンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 28%。

融点 142-143 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

- 5 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.54-2.10 (8H, m), 2.65 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.59 (1H, s), 7.03 (1H, dd, J = 5.0, 3.6 Hz), 7.07 (1H, dd, J = 3.6, 1.4 Hz), 7.35 (1H, dd, J = 5.0, 1.4 Hz)。

合成例 4 2 7

- 10 4-[3',4'-ジヒドロ-6'-メトキシ-3',3'-ジメチルスピロ[シクロペンタン-1,8' (9'H)-フロ[2,3-h]イソキノリン]-1'-イル]ピリジン 1-オキシド

合成例 4 2 5 と同様の方法により 4-シアノピリジン 1-オキシドを用いて表題化合物を得た。収率 12%。

融点 205-207 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.47-2.09 (8H, m), 2.56 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.39 (2H, d, J = 5.0 Hz), 8.24 (2H, d, J = 5.0 Hz)。

合成例 4 2 8

8,8-ジエチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3-ジメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 20 ベンゾニトリル (0.670 g, 6.50 mmol) のトルエン (5 mL) および酢酸 (5 mL) 溶液に氷冷下濃硫酸 (0.6 mL) を滴下した。氷浴を取り除き、2,2-ジエチル-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-5-(2-メチル-1-プロペニル)ベンゾフラン (1.30 g, 5.00 mmol) のトルエン (5 mL) 溶液を加え、80 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物に氷を加え、水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これに 3.35 M 塩化水素/エタノール溶液 (9.61 mL) を加え、減圧濃縮した。残渣をジエチルエーテルから
- 25

結晶化させ、酢酸エチルから再結晶して表題化合物 (0.69 g、収率 35%) を得た。

融点 167-169 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.78 (6H, t, J = 7.4 Hz), 1.58 (2H, q, J = 7.4 Hz), 1.60 (2H, q, J = 7.4 Hz), 1.70 (6H, s), 2.20 (2H, s), 3.02 (2H, s), 4.02 (3H, s), 6.73 (1H, s), 7.28-7.72 (5H, m)。

#### 合成例 4 2 9

8,8-ジエチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3-ジメチル-1-(2-チエニル)フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

合成例 4 2 8 と同様の方法により 2-チオフェンカルボニトリルを用いて表題化合物を得た。収率 20%。

融点 152-154 °C (酢酸エチル-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.84 (6H, t, J = 7.4 Hz), 1.60-1.72 (4H, m), 1.66 (6H, s), 2.56 (2H, s), 2.98 (2H, s), 4.02 (3H, s), 6.71 (1H, s), 7.29 (1H, dd, J = 4.8, 3.8 Hz), 7.81 (1H, dd, J = 4.8, 1.2 Hz), 8.06 (1H, dd, J = 3.8, 1.2 Hz)。

#### 15 合成例 4 3 0

4-(8,8-ジエチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3-ジメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ピリジン 1-オキシド塩酸塩

合成例 4 2 8 と同様の方法により 4-シアノピリジン 1-オキシドを用いて表題化合物を得た。収率 4%。

#### 20 融点 184-186 °C (酢酸エチル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.84 (6H, t, J = 7.4 Hz), 1.60-1.73 (4H, m), 1.67 (6H, s), 2.43 (2H, s), 3.03 (2H, s), 4.04 (3H, s), 6.75 (1H, s), 7.74 (2H, d, J = 6.8 Hz), 8.34 (2H, d, J = 6.8 Hz)。

#### 合成例 4 3 1

25 1-(6-メチル-2-キノリニル)-5-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-2(1H)-ピリジノン  
N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-1,1-ジメチルエチル]-1,6-ジヒドロ-1-(6-メチル-2-キノリニル)-6-オキソ-3-ピリジンカルボ

キサミド (0.70 g, 1.4 mmol) のオキシ塩化リン (5.0 mL, 54 mmol) 溶液を 4.5 時間加熱還流した。反応液を室温まで冷却後、反応混合物を水に注いだ。8 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えて弱アルカリ性にした後、有機物を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥し、減圧下で溶媒を留去した。得られた残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後 1:1) で精製して、粗結晶を得た。得られた粗結晶をヘキサノージイソプロピルエーテルより再結晶し、表題化合物 (0.13 g、収率 19%) を得た。

融点 201-202 °C (ヘキサノージイソプロピルエーテル)。

- 10 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.51 (6H, s), 2.56 (3H, s), 2.65 (2H, s), 2.98 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.73 (1H, d, J=9.4Hz), 7.55 (1H, dd, J=8.8, 1.8Hz), 7.61-7.67 (2H, m), 7.87 (1H, d, J=8.8Hz), 7.92 (1H, d, J=8.6Hz), 8.10 (1H, d, J=2.6Hz), 8.16 (1H, d, J=8.8Hz)。

#### 合成例 4 3 2

- 15 1-(6-クロロ-3-ピリジニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 4 3 1 と同様の方法により、6-クロロ-N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-1,1-ジメチルエチル]-3-ピリジンカルボキサミドから表題化合物を得た。収率 40%。

- 20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.36 (6H, s), 2.28 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.38 (1H, d, J = 7.8Hz), 7.74 (1H, dd, J = 7.8, 2.2Hz), 8.42 (1H, d, J = 2.0Hz)。

#### 合成例 4 3 3

- 25 2,2-ジメチルプロパン酸 [5-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-1H-テトラゾール-1-イル]メチルエステル

3-(1H-テトラゾール-5-イル)ベンゾニトリル (0.587 g, 3.4 mmol) をトルエン (5 mL) および酢酸 (5 mL) に懸濁して、氷冷下で濃硫酸 (0.4 mL)、次いで 1-(2,3-

- ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル-1-プロパノール (0.751 g, 3.0 mmol) のトルエン溶液を加え、80 °Cで 3 時間攪拌した。反応混合物に氷水を加え、さらに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて pH 4 としてテトラヒドロフランで3回抽出した。抽出液を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸ナトリウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物を N,N-ジメチルホルムアミド (5 mL) に溶かし炭酸カリウム (1.11 g, 8.0 mmol) とピバル酸クロロメチル (1.04 mL, 7.2 mmol) を加えて室温で 18 時間攪拌した。反応混合物に氷水を加え、酢酸エチルで2回抽出した。抽出液を塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸ナトリウムで乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残留物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーに付し、ヘキサン/酢酸エチル (2:1) で溶出して目的画分を集めて濃縮し、ジエチルエーテル/ヘキサン (1:1) から再結晶して表題化合物 (0.122 g、収率 7.8%) を得た。

融点 134-136 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (9H, s), 1.26 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.52 (2H, s), 6.64 (1H, s), 7.5-8.3 (4H, m)。

#### 15 合成例 434

5-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-1H-テトラゾール-1-酢酸 ナトリウム塩

- 5-(3-シアノフェニル)-1H-テトラゾール-1-酢酸 メチルエステル (0.730 g, 3.0 mmol) をトルエン (5 mL) および酢酸 (5 mL) に溶かして、氷冷下で濃硫酸 (0.4 mL)、次いで 1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル-1-プロパノール (0.751 g, 3.0 mmol) のトルエン溶液を加え、80 °Cで 4 時間攪拌した。反応混合物に氷水を加え、ジエチルエーテルで洗浄した。水層に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて pH 7 として、ポリスチレンゲル [MCI GEL CHP20P (三菱化成工業製)] を充填したカラムクロマトグラフィーに付し、エタノール/水 (3:7) で溶出して目的画分を集めてエタノールを濃縮して除き、その後凍結乾燥して表記化合物 (0.68 g、収率 47%) を得た。

融点 180 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.17 (6H, s), 1.19 (6H, s), 2.26 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.82



(3H, s), 4.97 (2H, s), 6.83 (1H, s), 7.4-8.2 (4H, m)。

#### 合成例 4 3 5

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 5 N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)エチル]ベンズアミド (2.93 g, 9.00 mmol) のキシレン (30 mL) 懸濁液にオキシ塩化リン (3.4 mL, 36 mmol) を加え、5 時間加熱還流後、室温で 15 時間攪拌した。反応混合物を氷冷し、5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (35 mL) を加え、氷水 (100 mL) に注いだ。水層をジエチルエーテルで 2 回抽出し、合わせた有機層を 2 M 塩酸で 2 回抽出し
- 10 た。合わせた水層を 5 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和し、ジエチルエーテルで 3 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後 1:2) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチル (15 mL) に溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液 (3 mL) を加え、析
- 15 出した固体をろ取、ジエチルエーテルで洗浄して表題化合物 (2.10 g, 収率 68%) を得た。

融点 213-215 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.36 (6H, s), 2.35 (2H, s), 3.08 (2H, t, J = 7.3 Hz), 3.96-4.08 (2H, m), 4.02 (3H, s), 6.82 (1H, s), 7.54-7.77 (5H, m), 14.50-14.80 (1H, br)。

#### 20 合成例 4 3 6

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,8,8-トリメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン

合成例 4 3 1 と同様の方法により、N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-1-メチルエチル]ベンズアミドから表題化合物を得た。収率

25 71%。

融点 133-134 °C (ヘキサン-ジイソプロピルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.29 (3H, s), 1.35 (3H, s), 1.47 (3H, d, J=7.0Hz), 2.17-2.25 (2H, m), 2.44-2.73 (2H, m), 3.47-3.66 (1H, m), 3.92 (3H, s), 6.65 (1H, s),

7.40 (5H, s)。

#### 合成例 4 3 7

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,8,8-トリメチル-1-(4-ピリジニル)フロ  
[2,3-h]イソキノリン

- 5 合成例 4 3 1 と同様の方法により、N-[2-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル  
-5-ベンゾフラン)-1-メチルエチル]-4-ピリジンカルボキサミドから表題化合物  
を得た。収率 24%。

融点 135-136 °C (ヘキサン-ジエチルエーテル)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.30 (3H, s), 1.37 (3H, s), 1.47 (3H, d, J=6.8Hz), 2.19-2.37  
10 (2H, m), 2.45-2.75 (2H, m), 3.51-3.66 (1H, m), 3.93 (3H, s), 6.67 (1H, s),  
7.37 (2H, d, J=5.8Hz), 8.68 (2H, d, J=5.8Hz)。

#### 合成例 4 3 8

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニル-3-フロ[2,3-h]イソ  
キノリンカルボン酸 メチルエステル

- 15 α-(ベンゾイルアミノ)-2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラン  
プロパン酸 メチルエステル (2.81 g, 7.33 mmol) およびオキシ塩化リン (15 mL)  
の混合物を 100 °C で 2.5 時間攪拌した。反応混合物を減圧濃縮し、残渣に氷およ  
び酢酸エチルを加えた。得られた混合物を濃アンモニア水で中和、有機層を分離、  
水層を酢酸エチルで抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残  
20 渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1、1:1 の後  
1:2) に供し、酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物  
(1.41 g、収率 53%) を得た。

融点 182-184 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.29 (3H, s), 1.35 (3H, s), 2.20 (1H, d, J = 16.3 Hz), 2.31  
25 (1H, d, J = 16.3 Hz), 2.86-3.10 (2H, m), 3.82 (3H, s), 3.93 (3H, s), 4.24 (1H,  
dd, J = 12.0, 6.6 Hz), 6.69 (1H, s), 7.35-7.51 (5H, m)。

#### 合成例 4 3 9

N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イ

ソキノリン-1-イル) [1,1'-ビフェニル]-4-イル]プロパンアミド

合成例 30 と同様の方法により 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル) [1,1'-ビフェニル]-4-アミンおよびプロピオニルクロリドから表題化合物を得た。収率 92%。

- 5 融点 176-184 °C (酢酸エチル-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.20-1.32 (3H, m), 1.27 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.26 (2H, s), 2.40 (2H, q, J = 7.6 Hz), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.26-7.68 (9H, m)。

合成例 440

- 10 N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル) [1,1'-ビフェニル]-4-イル]-2,2-ジメチルプロパンアミド

合成例 30 と同様の方法により 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル) [1,1'-ビフェニル]-4-アミンとトリメチルアセチルクロリドから表題化合物を得た。収率 68%。

- 15 融点 189-193 °C (酢酸エチル-ジエチルエーテル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 1.34 (9H, s), 2.26 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.32-7.50 (3H, m), 7.53-7.70 (6H, m)。

合成例 441

- 20 2,2,2-トリフルオロ-N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル) [1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド

- 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル) [1,1'-ビフェニル]-4-アミン (192 mg, 0.450 mmol) およびトリエチルアミン (82 μL, 0.59 mmol) のテトラヒドロフラン (1 mL) 溶液に、氷冷下無水トリフルオロ酢酸 (70 μL, 0.50 mmol) を滴下し、同温で 10 分間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウムを通して乾燥、濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (222

mg、収率 94%) を得た。

融点 149-154 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.32 (6H, br s), 2.02 (2H, s), 2.76 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.65 (1H, s), 7.29-7.59 (8H, m), 8.95-9.20 (1H, m)。

5 合成例 4 4 2

N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]ベンズアミド

合成例 30 と同様の方法により 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミンとベ

10 ンゾイルクロリドから表題化合物を得た。定量的。

融点 204-207 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.27 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.34-7.38 (1H, m), 7.42-7.64 (8H, m), 7.67-7.73 (2H, m), 7.87-7.92 (2H, m), 7.94-8.07 (1H, m)。

15 合成例 4 4 3

[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]カルバミン酸 メチルエステル

3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミン (192 mg, 0.450 mmol) のテトラヒド

20 ロフラン (1 mL) 溶液に炭酸ナトリウム (72 mg, 0.68 mmol) の水 (0.5 mL) 溶液を加え、氷冷下クロロギ酸メチル (43 μL, 0.54 mmol) を滴下、同温で 15 分間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (165  
25 mg、収率 76%) を得た。

融点 129-133 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.26 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.79 (3H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 6.69 (1H, br s), 7.34 (1H, dt, J = 7.7,

1.5 Hz), 7.39-7.49 (3H, m), 7.52-7.63 (4H, m)。

#### 合成例 4 4 4

N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]ホルムアミド

- 5 ギ酸 (0.5 mL) に氷冷下無水酢酸 (0.13 mL、1.4 mmol) を滴下し、同温で 30 分間攪拌した。得られた溶液に 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミン (192 mg、0.450 mmol) を加え、室温で 1.5 時間攪拌した。炭酸水素ナトリウム (1.85 g、22.0 mmol) の水-酢酸エチル懸濁液に反応混合物を滴下し、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチルから結晶化させて表題化合物 (196 mg、収率 96%) を得た。

融点 129-133 °C。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24-1.32 (12H, m), 2.26 (2H, s), 2.73 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.05-7.17 (1H, m), 7.32-7.64 (8H, m), 8.36 (0.6H, d, J = 1.8 Hz), 8.72 (0.4H, d, J = 11.2 Hz)。

#### 合成例 4 4 5

2-(アセチルアミノ)-N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド

- 20 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミン (171 mg、0.401 mmol)、N-アセチルグリシン (52 mg、0.44 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール (68 mg、0.44 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (0.5 mL) 溶液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (100 mg、0.522 mmol) を加え、室温で 16 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をクロロホルム-ジ

エチルエーテルから再結晶して表題化合物 (182 mg、収率 86%) を得た。

融点 218-221 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.10 (3H, s), 2.52 (2H, s), 2.73 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.08 (2H, d, J = 5.4 Hz), 6.45-6.55 (1H, m), 6.63 (1H, s), 7.31-7.36 (1H, m), 7.43 (1H, t, J = 7.7 Hz), 7.49-7.60 (6H, m), 8.73-8.87 (1H, m)。

#### 合成例 4 4 6

N-メチル-N'-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]尿素

10 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミン (171 mg、0.401 mmol) のクロロホルム (1 mL) 溶液にイソシアン酸メチル (26 μL、0.44 mmol) を滴下し、室温で 3.5 時間攪拌した。反応混合物を減圧濃縮し、残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル) に供し、表題化合物 (186 mg、収率 96%) を得た。

15 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.29 (12H, s), 2.25 (2H, s), 2.74 (2H, s), 2.77 (3H, d, J = 4.5 Hz), 3.93 (3H, s), 5.05 (1H, br s), 6.64 (1H, s), 6.98 (1H, br s), 7.25-7.33 (3H, m), 7.38-7.45 (3H, m), 7.49-7.57 (2H, m)。

#### 合成例 4 4 7

20 4-オキソ-4-[[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アミノ]酪酸

3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミン (192 mg、0.450 mmol) のテトラヒドロフラン (1 mL) 溶液に無水コハク酸 (45 mg、0.45 mmol) のテトラヒドロフラン (0.5 mL) 溶液を加え、50 °C で 2.5 時間攪拌した。反応混合物を減圧濃縮し、残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (クロロホルムの後、クロロホルム/メタノール 5:1) に供し、表題化合物 (219 mg、収率 92%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.38 (6H, br s), 2.24 (2H, s), 2.46 (4H, br s), 2.81 (2H, s), 3.94 (3H, s), 6.65 (1H, s), 7.25-7.60 (7H, m), 7.61 (1H, s), 9.45-9.75 (1H, br)。

#### 合成例 4 4 8

- 5 N-メチル-N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド

合成例 7 4 と同様の方法により N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミドを用いて表題化合物を得た。収率 79%。

- 10 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 1.92 (3H, s), 2.26 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.29 (3H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.20-7.30 (2H, m), 7.34 (1H, dt, J = 7.6, 1.5 Hz), 7.48 (1H, t, J = 7.6 Hz), 7.58-7.69 (4H, m)。

#### 合成例 4 4 9

- 15 3'-(6-ブトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミン  
1-(3-ブロモフェニル)-6-ブトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩 (493 mg、1.00 mmol) の 1,2-ジメトキシエタン (3 mL)、エタノール (1.5 mL) および水 (1.5 mL) 溶液に炭酸ナトリウム (265 mg、2.50 mmol)、4-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)アニリン (263 mg、1.20 mmol) およびテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (24 mg、0.021 mmol) を加え、窒素雰囲気下 80 °C で 14 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水洗、0.5 M 塩酸で 2 回抽出した。水層を濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1 の後 2:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (373 mg、収率 80%) を得た。
- 20
- 25

融点 148-150 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.98 (3H, t, J = 7.3 Hz), 1.26 (6H, s), 1.28 (6H, s), 1.38-1.60 (2H, m), 1.74-1.91 (2H, m), 2.24 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.72 (2H, br s), 4.10 (2H, t, J = 6.9 Hz), 6.61 (1H, s), 6.74 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.25-7.32 (1H, m), 7.35-7.47 (3H, m), 7.51-7.59 (2H, m)。

#### 合成例 450

N-[3'-(6-ブトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド

合成例 30 と同様の方法により 3'-(6-ブトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミンから表題化合物を得た。収率 95%。

融点 202-204 °C (酢酸エチル-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 0.98 (3H, t, J = 7.4 Hz), 1.28 (12H, s), 1.38-1.59 (2H, m), 1.74-1.91 (2H, m), 2.15 (3H, s), 2.23 (2H, s), 2.70 (2H, s), 4.11 (2H, t, J = 6.8 Hz), 6.62 (1H, s), 7.29-7.60 (8H, m), 7.72 (1H, br s)。

#### 合成例 451

4-アミノ-3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-カルボン酸 メチルエステル 1-(3-プロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン (1.66 g, 4.01 mmol)、2-アミノ-5-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)安息香酸 メチルエステル (1.22 g, 4.40 mmol)、炭酸ナトリウム (637 mg, 6.01 mmol) およびテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (93 mg, 0.080 mmol) の 1,2-ジメトキシエタン (12 mL)、エタノール (6 mL) および水 (6 mL) 懸濁液を窒素雰囲気下 85 °C で 14 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム-塩基性シリカゲルを通して乾燥 (酢酸エチルで溶出)、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 3:1) に供した。得られたものを酢酸エチ



ルに溶解し、0.5 M 塩酸で2回抽出、濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水で2回洗浄、減圧濃縮して表題化合物 (1.85 g、収率 95%) を得た。

非晶質。

- 5  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.27 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.28 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.89 (3H, s), 3.93 (3H, s), 5.79 (2H, br s), 6.63 (1H, s), 6.73 (1H, d,  $J = 8.4$  Hz), 7.32 (1H, dt,  $J = 7.3, 1.5$  Hz), 7.38-7.47 (1H, m), 7.51-7.59 (3H, m), 8.11 (1H, d,  $J = 2.2$  Hz)。

合成例 4 5 2

- 10 4-(アセチルアミノ)-3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-カルボン酸 メチルエステル

4-アミノ-3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-カルボン酸 メチルエステル

- 15 (1.43 g、2.95 mmol) のピリジン (10 mL) 溶液に氷冷下無水酢酸 (0.28 mL、3.0 mmol) を滴下し、室温で 10 分間、60 °C で 1 時間攪拌した。同量の無水酢酸を追加し、100 °C で 2 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで抽出した。合わせた有機層を水で2回洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 4:1 の後 2:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (1.12 g、収率 72%) を得た。
- 20

融点 116-119 °C。

- $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.27 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.26 (3H, s), 2.27 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.93 (3H, s), 3.95 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.39 (1H, dt,  $J = 7.3, 1.6$  Hz), 7.47 (1H, td,  $J = 7.3, 1.2$  Hz), 7.56-7.64 (2H, m), 7.79 (1H, dd,  $J = 8.8, 2.4$  Hz), 8.26 (1H, d,  $J = 2.4$  Hz), 8.78 (1H, d,  $J = 8.8$  Hz), 11.07 (1H, br s)。
- 25

合成例 4 5 3

4-(アセチルアミノ)-3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-カルボン酸

4-(アセチルアミノ)-3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-カルボン酸 メチルエ

- 5 ステル (692 mg、1.31 mmol) のメタノール (5 mL) 溶液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (0.52 mL、2.6 mmol) を加え、室温で 40 分間攪拌後 10 分間加熱還流した。反応混合物を減圧濃縮し、水 (2 mL) を加え、2 M 塩酸 (1.3 mL、2.6 mmol) を滴下して中和、析出した粉末をろ取、水およびジエチルエーテルで洗浄して表題化合物 (671 mg、定量的) を得た。

- 10 融点 181-186 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.20 (6H, s), 1.22 (6H, s), 2.14 (3H, s), 2.28 (2H, s), 2.76 (2H, s), 3.85 (3H, s), 6.88 (1H, s), 7.38 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.55 (1H, t, J = 7.6 Hz), 7.63 (1H, s), 7.81 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.84-7.93 (1H, m), 8.24 (1H, d J = 2.2 Hz), 8.55 (1H, d, J = 8.8 Hz), 11.75 (1H, br s)。

- 15 合成例 4 5 4

N-[4'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド

1-(4-ブロモフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩 (181 mg、0.402 mmol) および炭酸ナトリウム

- 20 (149 mg、1.41 mmol) の 1,2-ジメトキシエタン (1.2 mL)、エタノール (0.6 mL) および水 (0.6 mL) 懸濁液に 4'-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)アセトアニリド (116 mg、0.444 mmol) およびテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (11 mg、0.0095 mmol) を加え、窒素雰囲気下 85 °C で 15 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム-塩基性シリカゲルを通して乾燥 (酢酸エチルで溶出)、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後 1:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (102 mg、収率 54%) を得た。

融点 128-132 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.21 (3H, s), 2.32 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.23 (1H, br s), 7.46 (2H, d,  $J = 8.6$  Hz), 7.56-7.64 (4H, m), 7.60 (2H, d,  $J = 8.6$  Hz)。

5 合成例 4 5 5

N-[4'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)] [1,1'-ビフェニル]-3-イル]アセトアミド

合成例 4 5 4 と同様の方法により、3-アセトアミドベンゼンボロン酸を用いて表題化合物を得た。収率 84%。

10 非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.27 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.20 (3H, s), 2.31 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.34-7.66 (8H, m), 7.79 (1H, br s)。

合成例 4 5 6

3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)] [1,1'-ビフェニル]-4-カルボン酸 エチルエステル

15

1-(3-ブromoフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン (2.81 g, 6.78 mmol)、4-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)安息香酸 エチルエステル (2.25 g, 8.15 mmol)、炭酸ナトリウム (1.08 g, 10.2 mmol) およびテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (157 mg, 0.136 mmol) の1,2-ジメトキシエタン (24 mL)、エタノール (12 mL) および水 (12 mL) 懸濁液を窒素雰囲気下 80 °Cで 14 時間攪拌した。

反応混合物に水を加え、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム-塩基性シリカゲルを通して乾燥(酢酸エチルで溶出)、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラ

25

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 1.42 (3H, t,  $J = 7.1$  Hz), 2.26 (2H,

s), 2.72 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.40 (2H, q,  $J = 7.1$  Hz), 6.63 (1H, s), 7.37-7.54 (2H, m), 7.62-7.71 (4H, m), 8.10 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz)。

#### 合成例 4 5 7

3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-カルボン酸

3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-カルボン酸 エチルエステル (2.74 g、5.67 mmol) のエタノール (15 mL) 溶液に 1 M 水酸化ナトリウム水溶液 (20 mL、20 mmol) を加え、70 °C で 30 分間攪拌した。反応混合物を氷冷し、1 M 塩酸 (20 mL、20 mmol) を加え、塩化ナトリウムを加えて飽和させた後、酢酸エチルで 3 回抽出した。合わせた有機層を硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (2.26 g、収率 87%) を得た。

融点 161-165 °C。

$^1\text{H}$  NMR (DMSO- $d_6$ )  $\delta$  1.17 (6H, s), 1.19 (6H, s), 2.26 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.82 (3H, s), 6.84 (1H, s), 7.40 (1H, d,  $J = 7.7$  Hz), 7.56 (1H, t,  $J = 7.7$  Hz), 7.67 (1H, s), 7.79-7.87 (3H, m), 8.03 (2H, d,  $J = 8.4$  Hz)。

#### 合成例 4 5 8

3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-カルボキサミド

3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-カルボン酸 (365 mg、0.801 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール・アンモニウム塩 (147 mg、0.966 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (1.5 mL) 懸濁液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (200 mg、1.04 mmol) を加え、室温で 15 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (286 mg、収率 79%) を得た。

融点 134-137 °C (分解)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.93 (3H, s), 5.50-6.40 (2H, m), 6.63 (1H, s), 7.39-7.54 (2H, m), 7.61-7.63 (2H, m), 7.69 (2H, d, J = 8.5 Hz), 7.88 (2H, d, J = 8.5 Hz)。

5 合成例 4 5 9

N-メチル-3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-カルボキサミド

- 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノ  
リン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-カルボン酸 (365 mg、0.801 mmol)、40% メ  
10 チルアミン/メタノール溶液 (75 mg、0.97 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾ  
トリアゾール (135 mg、0.880 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (1.5 mL) 懸  
濁液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (200 mg、  
1.04 mmol) を加え、室温で 20 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水  
素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水およ  
15 び飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム-塩基性シリカゲルを通して  
乾燥 (酢酸エチルで溶出)、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから結晶  
化させて表題化合物 (317 mg、収率 84%) を得た。

融点 242-244 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.04  
20 (3H, d, J = 4.8 Hz), 3.93 (3H, s), 6.15-6.30 (1H, m), 6.63 (1H, s), 7.37-7.53  
(2H, m), 7.59-7.70 (2H, m), 7.66 (2H, d, J = 8.4 Hz), 7.82 (2H, d, J = 8.4  
Hz)。

合成例 4 6 0

- N,N-ジメチル-3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
25 [2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-カルボキサミド  
3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノ  
リン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-カルボン酸 (365 mg、0.801 mmol)、2 M ジ  
メチルアミン/テトラヒドロフラン溶液 (0.48 mL、0.96 mmol) および 1-ヒドロキ

シ-1H-ベンゾトリアゾール (135 mg, 0.880 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (1.5 mL) 懸濁液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (200 mg, 1.04 mmol) を加え、室温で 17 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム-塩基性シリカゲルを通して乾燥 (酢酸エチルで溶出)、減圧濃縮して表題化合物 (319 mg、収率 83%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.03 (3H, br s), 3.12 (3H, br s), 3.93 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.36-7.53 (4H, m), 7.58-7.68 (4H, m)。

#### 合成例 461

N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-ヒドロキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド

15 1-(3-ブromoフェニル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチル-6-フロ[2,3-h]イソキノリノール (1.40 g, 3.50 mmol)、4'-(4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)アセトアニリド (1.01 g, 3.87 mmol)、炭酸ナトリウム (927 mg, 8.75 mmol) およびテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (81 mg, 0.070 mmol) の 1,2-ジメトキシエタン (10 mL)、エタノール (5 mL) および水 (5 mL) 懸濁液を、窒素雰囲気下 80 °C で 14 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム-塩基性シリカゲルを通して乾燥 (酢酸エチルの後酢酸エチル/メタノール 10:1 で溶出)、減圧濃縮、析出した粉末をろ取し、酢酸エチル-ジエチルエーテル混合液で洗浄して表題化合物 (921 mg、収率 58%) を得た。

25 融点 185-189 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.14 (6H, s), 1.19 (6H, s), 2.06 (3H, s), 2.23 (2H, s), 2.56 (2H, s), 6.56 (1H, s), 7.29 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.42-7.77 (7H, m), 10.05 (1H, s)。

## 合成例 4 6 2

トリフルオロメタンスルホン酸 1-[4'-(アセチルアミノ)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イルエステル

- 5 合成例 9 5 と同様の方法により N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-ヒドロキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミドから表題化合物を得た。収率 96%。

非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.13-2.23 (3H, m), 2.30 (2H, s),  
10 2.72 (2H, s), 6.95 (1H, s), 7.29-7.70 (9H, m)。

## 合成例 4 6 3

N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド

- トリフルオロメタンスルホン酸 1-[4'-(アセチルアミノ)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-6-イル  
15 エステル (496 mg, 0.846 mmol)、トリエチルアミン (0.35 mL, 2.5 mmol)、酢酸パラジウム(II) (4.7 mg, 0.021 mmol) およびトリフェニルホスフィン (11 mg, 0.042 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (1.5 mL) 溶液にギ酸 (64 μL, 1.7 mmol) を加え、窒素雰囲気下 60 °C で 4 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム-塩基性シリカゲルを通して乾燥 (酢酸エチルで溶出)、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後 1:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (294 mg, 収率 79%) を得た。

- 25 融点 198-200 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.28 (6H, s), 2.16 (3H, s), 2.24 (2H, s), 2.72 (2H, s), 6.76 (1H, d, J = 7.8 Hz), 6.99 (1H, d, J = 7.8 Hz), 7.35 (1H, dt, J = 7.4, 1.4 Hz), 7.44 (1H, td, J = 7.4, 1.0 Hz), 7.49-7.62 (7H, m)。

## 合成例 4 6 4

トリフルオロメタンスルホン酸 1-(3-ブロモフェニル)-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-6-イルエステル

- 5 合成例 9 5 と同様の方法により 1-(3-ブロモフェニル)-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-6-フロ[2, 3-h]イソキノリノールから表題化合物を得た。  
定量的。

ガム状。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.34 (6H, s), 2.29 (2H, s), 2.69 (2H, s), 6.95 (1H, s), 7.14-7.38 (2H, m), 7.53-7.60 (2H, m)。

## 10 合成例 4 6 5

3'-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)[1, 1'-ビフェニル]-4-アミン

- トリフルオロメタンスルホン酸 1-(3-ブロモフェニル)-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-6-イルエステル (5.13 g、9.64  
15 mmol)、トリエチルアミン (4.0 mL、29 mmol)、酢酸パラジウム(II) (54 mg、0.24 mmol)、およびトリフェニルホスフィン (126 mg、0.480 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (20 mL) 溶液にギ酸 (0.73 mL、19 mmol) を加え、窒素雰囲気下 65 °C で 2 時間攪拌した。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液  
20 で洗浄、硫酸ナトリウム-塩基性シリカゲルを通して乾燥 (酢酸エチルで溶出)、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1) に供して 1-(3-ブロモフェニル)-3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリンを含む油状物を得た。

- このものと 4-(4, 4, 5, 5-テトラメチル-1, 3, 2-ジオキサボロラン-2-イル)アニリン  
25 (1.21 g、5.52 mmol)、炭酸ナトリウム (795 mg、7.50 mmol)、およびテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) (116 mg、0.100 mmol) を 1,2-ジメトキシエタン (15 mL)、エタノール (7 mL) および水 (7 mL) に懸濁し、窒素雰囲気下 80 °C で 15 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせ



た有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム-塩基性シリカゲルを通して乾燥（酢酸エチルで溶出）、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 10:1 の後 2:1）に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物（1.35 g、収率 35%）を得た。

5 融点 161-163 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (12H, s), 2.24 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.73 (2H, br s), 6.74 (2H, d, J = 8.4 Hz), 6.75 (1H, d, J = 8.0 Hz), 6.98 (1H, d, J = 8.0 Hz), 7.27-7.34 (1H, m), 7.36-7.48 (3H, m), 7.54-7.60 (2H, m)。

合成例 4 6 6

10 2,2,2-トリフルオロ-N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-イル]アセトアミド

合成例 4 4 1 と同様の方法により 3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-4-アミンから表題化合物を得た。収率 83%。

15 融点 228-230 °C。（酢酸エチル-ヘキサン）。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.30 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.75 (2H, s), 6.78 (1H, d, J = 7.9 Hz), 7.01 (1H, d, J = 7.9 Hz), 7.31-7.62 (8H, m), 8.82 (1H, br s)。

合成例 4 6 7

20 4-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]カルボニル]安息香酸 メチルエステル

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (2.81 g、8.02 mmol) およびトリエチルアミン (1.5 mL、11 mmol) のテトラヒドロフラン (15 mL) 溶液に氷冷下、テレフタル酸

25 モノメチルクロリド (1.91 g、9.62 mmol) を加え、室温で 10 分間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和炭酸水素ナトリウム水溶液、水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム-塩基性シリカゲルを通して乾燥（酢酸エチルで溶出）、減圧濃縮した。残渣を塩基

性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後 1:1）に供し、酢酸エチル—ジエチルエーテルから再結晶して表題化合物（3.75 g、収率 91%）を得た。

融点 156–160 °C。

- 5  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.16 (6H, br s), 1.33 (6H, s), 2.34 (2H, s), 2.60 (2H, br s), 3.92 (3H, s), 3.96 (3H, s), 6.59 (1H, s), 7.13 (1H, d,  $J = 7.7$  Hz), 7.37 (1H, t,  $J = 7.7$  Hz), 7.56 (1H, t,  $J = 1.8$  Hz), 7.89–7.98 (3H, m), 8.12 (2H, d,  $J = 7.8$  Hz), 8.66 (1H, br s)。

#### 合成例 468

- 10 4-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]カルボニル]安息香酸塩酸塩

4-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]カルボニル]安息香酸 メチルエステル (1.03 g、2.01 mmol) のメタノール (10 mL) 溶液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液

- 15 (0.50 mL、2.5 mmol) を加え、室温で 1.5 時間攪拌後、1.5 時間加熱還流した。反応混合物を減圧濃縮し、氷冷下、1 M 塩酸 (5.0 mL、5.0 mmol) を滴下した。飽和塩化ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチル—テトラヒドロフラン混合液で 2 回抽出した。合わせた有機層を硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮して表題化合物 (1.06 g、収率 99%) を得た。

- 20 非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.34 (6H, s), 1.62 (3H, br s), 1.73 (3H, br s), 2.26–2.54 (2H, m), 2.94–3.24 (2H, m), 3.98 (3H, s), 6.72 (1H, s), 7.24 (1H, d,  $J = 8.1$  Hz), 7.47 (1H, t,  $J = 8.1$  Hz), 7.83 (2H, d,  $J = 8.6$  Hz), 7.90 (2H, d,  $J = 8.6$  Hz), 8.25 (1H, s), 8.35 (1H, d,  $J = 8.1$  Hz), 10.01 (1H, br s), 12.88 (1H, br s)。

- 25 合成例 469

N-メチル-N'-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-1,4-ベンゼンジカルボキサミド

4-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イ

ソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]カルボニル]安息香酸塩酸塩 (268 mg、0.501 mmol)、40% メチルアミン/メタノール溶液 (55 mg、0.56 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール (85 mg、0.56 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (1 mL) 溶液にトリエチルアミン (0.17 mL、1.2 mmol) および 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (125 mg、0.652 mmol) を加え、室温で 24 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、クロロホルム-メタノール混合液で 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム-塩基性シリカゲルを通して乾燥 (酢酸エチル/メタノール 10:1 で溶出)、減圧濃縮した。残渣をクロロホルム-メタノール-ジエチルエーテルから再結晶して表題化合物 (215 mg、収率 84%) を得た。

融点 310-312 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.15 (6H, s), 1.23 (6H, s), 2.33 (2H, br s), 2.64 (2H, s), 2.81 (3H, d, J = 4.5 Hz), 3.82 (3H, s), 6.82 (1H, s), 7.08-7.12 (1H, m), 7.40 (1H, t, J = 8.0 Hz), 7.77-7.81 (1H, m), 7.88-7.94 (1H, m), 7.95 (2H, d, J = 8.3 Hz), 8.04 (2H, d, J = 8.3 Hz), 8.57-8.63 (1H, m), 10.40 (1H, s)。

#### 合成例 470

2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,8,8-トリメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-3-イル)メチル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン 3-(プロモメチル)-3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,8,8-トリメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン (2.49 g、6.01 mmol)、フタルイミドカリウム (90%) (1.86 g、9.0 mmol) の N,N-ジメチルアセトアミド (25 mL) 懸濁液を窒素雰囲気下、2.5 時間加熱還流した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させ、メタノール-アセトン-ヘキサンから再結晶して表題化合物 (1.56 g、収率 54%) を得た。

融点 121-125 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.19 (3H, s), 1.22 (3H, s), 1.38 (3H, s), 1.97-2.19 (2H, m),

2.81 (1H, d, J = 15.9 Hz), 3.02 (1H, d, J = 15.9 Hz), 3.85 (1H, d, J = 13.6 Hz), 3.86 (3H, s), 3.96 (1H, d, J = 13.6 Hz), 6.54 (1H, s), 7.36-7.52 (5H, m), 7.61-7.80 (4H, m)。

#### 合成例 471

5 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,8,8-トリメチル-1-フェニル-3-フロ[2,3-h]イソキノリンメタンアミン

2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,8,8-トリメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-3-イル)メチル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン (2.08 g, 4.33 mmol) のエタノール (20 mL) 懸濁液にヒドラジーン水和物 (0.25 mL, 5.2 mmol) を加え、2 時間後と 3 時間後に同量のヒドラジーン水和物を追加しながら 4 時間加熱還流した。反応混合物に 1 M 水酸化ナトリウム水溶液 (9.0 mL, 9.0 mmol) を加え水で希釈、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル/メタノール 100:1) に供し、酢酸エチルーヘキサンから再結晶して表題化合物 (823 mg、収率 54%) を得た。

融点 143-145 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.06 (3H, s), 1.29 (3H, s), 1.33 (3H, s), 2.16 (1H, d, J = 16.5 Hz), 2.25 (1H, d, J = 16.5 Hz), 2.49 (1H, d, J = 15.4 Hz), 2.80 (1H, d, J = 12.6 Hz), 2.89 (1H, d, J = 12.6 Hz), 2.93 (1H, d, J = 15.4 Hz), 3.92 (3H, s), 6.63 (1H, s), 7.39 (5H, s)。

#### 合成例 472

酢酸 (3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-3-イル)メチルエステル

酢酸 2-(ベンゾイルアミノ)-3-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)プロピルエステル (3.34 g, 8.40 mmol) のアセトニトリル (65 mL) 懸濁液にオキシ塩化リン (9.4 mL, 0.10 mol) を加え、1.5 時間加熱還流した。反応混合物を氷に注ぎ、氷冷下濃アンモニア水で中和、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチルーヘキサンから再

結晶して表題化合物 (2.62 g、収率 82%) を得た。

融点 168-169 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (3H, s), 1.36 (3H, s), 2.12 (3H, s), 2.19 (1H, d, J = 8.1 Hz), 2.31 (1H, d, J = 8.1 Hz), 2.52-2.79 (2H, m), 3.54-3.76 (1H, m), 3.93 (3H, s), 4.34 (1H, dd, J = 11.0, 6.6 Hz), 4.54 (1H, dd, J = 11.0, 6.2 Hz), 6.68 (1H, s), 7.42 (5H, s)。

#### 合成例 473

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-3-メタノール

- 10 酢酸 (3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-3-イル)メチルエステル (1.00 g、2.64 mmol) のメタノール (5 mL) およびテトラヒドロフラン (5 mL) 溶液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (1.6 mL、8.0 mmol) を加え、室温で 10 分間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水で 2 回洗浄、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから再結晶して表題化合物 (553 mg、収率 62%) を得た。

融点 156-158 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.28 (3H, s), 1.38 (3H, s), 2.21 (1H, d, J = 8.1 Hz), 2.35 (1H, d, J = 8.1 Hz), 2.51-2.70 (2H, m), 2.90-3.15 (1H, br), 3.36-3.57 (1H, m), 3.76 (1H, dd, J = 10.7, 7.7 Hz), 3.87-4.03 (1H, m), 3.93 (3H, s), 6.68 (1H, s), 7.43 (5H, s)。

#### 合成例 474

2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-3-イル)メチル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン

- 25 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニル-3-フロ[2,3-h]イソキノリンメタノール (793 mg、2.35 mmol) のピリジン (10 mL) 溶液を氷冷し、メタンスルホニルクロリド (0.22 mL、2.8 mmol) を滴下、同温で 30 分間攪拌、メタンスルホニルクロリド (0.04 mL、0.5 mmol) を追加し、さらに 30 分間攪拌し

た。反応混合物に水および飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水で2回洗浄、減圧濃縮した。残渣にトルエンを加え、再度減圧濃縮してメタンスルホン酸 (3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-3-イル) メチルエステルを得た。

- 5 これを N,N-ジメチルホルムアミドに溶解し、フタルイミドカリウム (90%, 725 mg, 3.5 mmol) を加え、100 °Cで 4.5 時間攪拌した。反応混合物に水を加え、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水で2回洗浄、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物 (337 mg、収率 31%) を得た。

- 10 融点 228-229 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (3H, s), 1.34 (3H, s), 2.18 (1H, d, J = 16.5 Hz), 2.32 (1H, d, J = 16.5 Hz), 2.57-2.75 (2H, m), 3.78-4.15 (2H, m), 3.87 (3H, s), 4.24 (1H, dd, J = 13.2, 5.4 Hz), 6.61 (1H, s), 7.34-7.48 (5H, m), 7.68-7.92 (4H, m)。

- 15 合成例 475

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニル-3-フロ[2,3-h]イソキノリンメタンアミン二塩酸塩

2-[(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン-3-イル)メチル]-1H-イソインドール-1,3(2H)-ジオン (350 mg, 0.750

- 20 mmol) のエタノール (4 mL) 懸濁液にヒドラジン-水和物 (84 μL, 1.7 mmol) を加え、2.5 時間加熱還流した。反応混合物に 1 M 水酸化ナトリウム水溶液を加え水で希釈、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水で2回洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチルの後酢酸エチル/メタノール 10:1) に供し、3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-8,8-ジメチル-1-フェニル-3-フロ[2,3-h]イソキノリンメタンアミン (164 mg) を非晶質として得た。

これを酢酸エチル (2 mL) に溶解し、0.8 M 塩化水素/メタノール溶液 (1.8 mL, 1.4 mmol) を加え、減圧濃縮した。残渣をエタノール-酢酸エチルから結晶化させ

て表題化合物 (140 mg、収率 46%) を得た。

融点 192-194 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (3H, s), 1.26 (3H, s), 2.26 (2H, s), 3.05-3.40 (4H, m),  
3.80-4.50 (1H, m), 3.94 (3H, s), 7.10 (1H, s), 7.55-7.78 (5H, m), 8.35-8.65  
5 (3H, m)。

#### 合成例 476

N-[3'-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-2-オキシドフ  
ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-イル]アセトアミド

合成例 110 と同様の方法により N-[3'-(1,2,3,4,8,9-ヘキサヒドロ-6-メトキシ  
10 -3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)[1,1'-ビフェニル]-3-  
イル]アセトアミドから表題化合物を得た。収率 66%。

融点 158-162 °C (メタノール-ジエチルエーテル)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (3H, s), 1.28 (3H, s), 1.51 (6H, s), 2.04 (2H, s), 2.13  
(3H, s), 3.09 (2H, s), 3.91 (3H, s), 6.65 (1H, s), 7.27-7.53 (5H, m), 7.56-7.69  
15 (3H, m), 7.69 (1H, br s)。

#### 合成例 477

N-(3,5-ジクロロ-1-オキシド-4-ピリジニル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキ  
シ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド  
3-シアノ-N-(3,5-ジクロロ-1-オキシド-4-ピリジニル)ベンズアミド (0.84 g,  
20 2.84 mmol)、1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-  
メチル-1-プロパノール (1.07 g, 4.26 mmol)、酢酸 (7 mL) およびトルエン (10 mL)  
の混合物に濃硫酸 (0.393 mL, 7.38 mmol) を加え、混合物を 80 °C で 1 時間攪拌  
した。反応液を氷冷した後、水を加え、ジエチルエーテルで洗浄した。水層をアン  
モニア水および 1 M 水酸化ナトリウム水溶液で塩基性にして、ジイソプロピルエ  
25 ーテル-ジエチルエーテル (1:1) で洗浄した。水層を 2 M 塩酸で pH 7 に調整し、  
酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和食塩水で洗浄した後、無水硫酸マグネシウム  
乾燥し、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル  
から酢酸エチル/メタノール 23:2) に供した後、酢酸エチルから結晶化し、表題化

合物 (0.20 g、収率 13%) を得た。

融点 264-266 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.17 (6H, s), 1.22 (6H, s), 2.23 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.82 (3H, s), 6.84 (1H, s), 7.57-7.68 (2H, m), 8.01-8.09 (2H, m), 8.72 (2H, s);  
5 10.58 (1H, br s)。

#### 合成例 478

N-(2-オキソ-3-ピペリジニル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 159 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および  
10 3-アミノ-3,4,5,6-テトラヒドロ-2(1H)-ピリジノンから、表題化合物を得た。収率 63%。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (3H, s), 1.28 (3H, s), 1.30 (6H, s), 1.58-1.80 (2H, m),  
15 1.88-1.98 (2H, m), 2.18 (2H, s), 2.59-2.72 (3H, m), 3.27-3.38 (2H, m), 3.92 (3H, s), 4.40-4.50 (1H, m), 6.27 (1H, br s), 6.62 (1H, s), 7.33-7.36 (1H, m), 7.43-7.48 (1H, m), 7.88-7.95 (2H, m)。

#### 合成例 479

(S)-N-[ヘキサヒドロ-2-オキソ-1H-アゼピン-3-イル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド  
20

合成例 159 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および (S)-3-アミノヘキサヒドロ-2H-アゼピン-2-オンから、表題化合物を得た。収率 65%。

25 非晶質。

[α]<sub>D</sub> +23.1° (c 1.0、メタノール)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (3H, s), 1.30 (9H, s), 1.51-2.05 (6H, m), 2.16 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.20-3.38 (2H, m), 3.92 (3H, s), 4.68-4.78 (1H, m), 6.53 (1H,



br s), 6.62 (1H, s), 7.42-7.51 (2H, m), 7.69-7.73 (1H, m), 7.88-7.92 (2H, m)。

#### 合成例 480

(R)-N-[ヘキサヒドロ-2-オキソ-1H-アゼピン-3-イル]-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ペンズアミド

合成例 159 と同様の方法により、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩および (R)-3-アミノヘキサヒドロ-2H-アゼピン-2-オンから、表題化合物を得た。収率 33%。非晶質。

10  $[\alpha]_D -22.5^\circ$  (c 1.0、メタノール)。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.23 (3H, s), 1.30 (9H, s), 1.51-2.25 (6H, m), 2.17 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.20-3.36 (2H, m), 3.92 (3H, s), 4.69-4.78 (1H, m), 6.29 (1H, br s), 6.62 (1H, s), 7.41-7.51 (2H, m), 7.69-7.73 (1H, m), 7.88-7.91 (2H, m)。

#### 合成例 481

15 3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸 メチルエステル

1-(7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル-1-プロパノール (15.0 g, 56.7 mmol)、3-シアノ安息香酸メチル (9.14 g, 56.7 mmol)、酢酸 (80 mL) およびトルエン (100 mL) の混合物に濃硫酸 (7.86 mL, 0.147 mol)

20 を加え、これを 80 °C で 1 時間攪拌した。反応液を氷冷した後水を加え、ジエチルエーテルで洗浄した。水層を氷冷した後、濃アンモニア水で塩基性にして、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 4:1) に供し、表題化合物 (9.00 g, 収率 39%) を得た。

25 非晶質。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.29 (6H, s), 1.47 (3H, t,  $J=7.0$  Hz), 2.15 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.18 (2H, q,  $J=7.0$  Hz), 6.62 (1H, s), 7.47 (1H, t,  $J=8.0$  Hz), 7.61 (1H, d,  $J=8.0$  Hz), 8.05-8.08 (2H, m)。

## 合成例 482

3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩

- 5 3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸 メチルエステル (8.80 g, 21.6 mmol) のメタノール (40 mL) 溶液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (12 mL) を加え、混合物を 50 °C で 12 時間撹拌した。反応液を氷冷した後 5 M 塩酸 (17 mL) を加え、減圧濃縮した。残渣にエタノールを加えてろ過し、ろ液を減圧濃縮する操作を 3 回繰り返した。残渣を酢酸エチルから結晶化し、表題化合物 (6.15 g、収率 66%) を得た。

- 10 融点 240-243 °C。

$^1\text{H}$  NMR (DMSO- $d_6$ )  $\delta$  1.22 (6H, s), 1.37 (3H, t,  $J=7.0$  Hz), 1.46 (6H, s), 2.02-2.25 (2H, m), 3.16 (2H, s), 4.24 (2H, q,  $J=7.0$  Hz), 7.09 (1H, s), 7.76 (1H, t,  $J=7.8$  Hz), 7.86 (1H, d,  $J=7.8$  Hz), 8.16 (1H, s), 8.26 (1H, d,  $J=7.8$  Hz)。

## 合成例 483

- 15 3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)-N-メチルベンズアミド

3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩 (1.00 g, 2.33 mmol)、1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (0.392 g, 2.56 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL)

- 20 懸濁液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (0.580 g, 3.03 mmol) を加え、混合物を室温で 30 分間撹拌した。これに 40% メチルアミン/メタノール溶液 (1.2 mL) を加え、混合物を室温でさらに 2 時間撹拌した。反応液に水を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから再結晶化し、表題化合物 (0.80 g、収率 84%) を得た。

25 融点 173-174 °C。

$^1\text{H}$  NMR (CDCl $_3$ )  $\delta$  1.21 (6H, s), 1.28 (6H, s), 1.47 (3H, t,  $J=7.0$  Hz), 2.13 (2H, s), 2.61 (2H, s), 2.94 (3H, d,  $J=5.2$  Hz), 4.19 (2H, q,  $J=7.0$  Hz), 6.60 (1H,

s), 6.85-6.90 (1H, m), 7.38-7.44 (2H, m), 7.77 (1H, d, J=1.2 Hz), 7.85-7.90 (1H, m)。

#### 合成例 484

5 N-[2-アミノ-2-オキシエチル]-3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩 (1.00 g, 2.33 mmol) のテトラヒドロフラン (10 mL) 懸濁液にトリエチルアミン (0.810 mL, 5.83 mmol) を加え、混合物を室温で 10 分間攪拌した。これを氷冷し、クロロギ酸イソブチル (0.362 mL, 2.80 mmol) を  
10 滴下して、混合物を氷冷下で 45 分間攪拌した。グリシンアミド塩酸塩 (0.386 g, 3.50 mmol) を 2 M 水酸化ナトリウム水溶液 (1.75 mL, 3.5 mmol) に溶解した液を反応液に加え、混合物を氷冷下で 3 時間攪拌した。反応液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジエチルエーテルから結晶化し、表題化合物 (0.82 g, 収率 75%)  
15 を得た。

融点 127-128 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.29 (6H, s), 1.47 (3H, t, J=7.0 Hz), 2.14 (2H, s), 2.64 (2H, s), 4.05 (2H, d, J=5.0 Hz), 4.18 (2H, q, J=7.0 Hz), 5.81 (1H, br s), 6.40 (1H, br s), 6.61 (1H, s), 7.41-7.50 (2H, m), 7.85-7.99 (3H, m)。

#### 20 合成例 485

N-[3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]-2-メチルアラニン エチルエステル

3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)安息香酸塩酸塩 (2.00 g, 4.65 mmol)、1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (0.784 g, 5.12 mmol)、2-アミノイソ酪酸エチル塩酸塩 (1.05 g, 6.05 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (20 mL) 溶液にトリエチルアミン (2.59 mL, 18.6 mmol) および 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (1.16 g, 6.05 mmol) を加え、混合物を室温で 3 時間攪拌した。反

応液に水を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから再結晶し、表題化合物 (1.82 g、収率 77%) を得た。融点 155-156 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24-1.30 (15H, m), 1.47 (3H, t, J=7.0 Hz), 1.66 (6H, s), 2.16 (2H, s), 2.68 (2H, s), 4.13-4.28 (4H, m), 6.61 (1H, s), 6.93 (1H, s), 7.42-7.50 (2H, m), 7.83-7.89 (2H, m)。

#### 合成例 4 8 6

N-[3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]-2-メチルアラニン塩酸塩

10 N-[3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]-2-メチルアラニン エチルエステル (1.25 g、2.47 mmol) のエタノール (7 mL) 溶液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (3.0 mL) を加え、混合物を室温で 3 時間攪拌した。反応液に 5 M 塩酸 (3.7 mL) を加え、減圧濃縮した。残渣にエタノールを加えてろ過し、ろ液を減圧濃縮する操作を 3 回繰  
15 り返した。残渣を酢酸エチルから結晶化し、表題化合物 (1.28 g、定量的) を得た。融点 234-238 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (12H, s), 1.34 (3H, t, J=6.9 Hz), 1.45 (6H, s), 2.19 (2H, s), 2.72 (2H, s), 4.12 (2H, q, J=6.9 Hz), 6.85 (1H, s), 7.51-7.53 (2H, m), 7.92-7.96 (2H, m), 8.61 (1H, s)。

#### 20 合成例 4 8 7

N-(2-アミノ-1,1-ジメチル-2-オキシエチル)-3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

N-[3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゾイル]-2-メチルアラニン塩酸塩 (0.80 g、1.55 mmol)、1-  
25 ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール・アンモニウム塩 (0.307 g、2.02 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (8 mL) 溶液を氷冷し、1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (0.387 g、2.02 mmol) を加え、氷冷下で 30 分間攪拌した。反応液にトリエチルアミン (0.541 mL、3.88 mmol) を加え、混合物

を室温で 4 時間撹拌した。反応液に少量の水を加え、減圧下で濃縮した。残渣に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから結晶化し、表題化合物 (0.50 g、収率 68%) を得た。

5 融点 204-206 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.30 (6H, s), 1.47 (3H, t, J=6.9 Hz), 1.69 (6H, s), 2.17 (2H, s), 2.68 (2H, s), 4.18 (2H, q, J=6.9 Hz), 5.54 (1H, br s), 6.50 (1H, br s), 6.61 (1H, s), 7.07 (1H, s), 7.42-7.49 (2H, m), 7.85-7.89 (2H, m)。

合成例 488

10 3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン

1-(7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル-1-プロパノール (11.2 g、42.3 mmol)、3-アミノベンゾニトリル (5.00 g、42.3 mmol)、酢酸 (60 mL) およびトルエン (75 mL) の混合物を氷冷し、濃硫酸 (6.77 mL、0.127

15 mol) を加え、80 °C で 1 時間撹拌した。反応液を室温に戻した後に水を加え、ジエチルエーテルで洗浄した。水層を濃アンモニア水で塩基性にした後、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 2:1) に供し、表題化合物 (8.17 g、収率 53%) を得た。

20 油状物。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.32 (6H, s), 1.46 (3H, t, J=7.0 Hz), 2.32 (2H, s), 2.65 (2H, s), 3.70 (2H, br s), 4.16 (2H, q, J=7.0 Hz), 6.58 (1H, s), 6.70-7.21 (4H, m)。

合成例 489

25 N-[3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]メタンスルホンアミド

3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (0.73 g、2.00 mmol) のピリジン (5 mL) 溶液を

- 氷冷し、メタンスルホニルクロリド (0.186 mL、2.40 mmol) を滴下して、混合物を氷冷下で 1 時間攪拌した。反応液に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル/メタノール 97:3) に供した後、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化し、表題化合物 (0.52 g、収率 59%) を得た。

融点 181-182 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, br s), 1.32 (6H, s), 1.46 (3H, t, J=7.2 Hz), 2.23 (2H, s), 2.71 (2H, s), 2.77 (3H, s), 4.18 (2H, q, J=7.2 Hz), 6.60 (1H, s), 7.08-7.14 (1H, m), 7.22-7.35 (4H, m)。

#### 10 合成例 490

N-[3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-N-(メチルスルホニル)メタンスルホンアミド

- 合成例 30 と同様の方法により、3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミンおよびメタンスルホニルクロリドから、表題化合物を得た。収率 53%。

融点 183-184 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.31 (6H, s), 1.46 (3H, t, J=6.9 Hz), 2.23 (2H, br s), 2.68 (2H, s), 3.40 (6H, s), 4.18 (2H, q, J=6.9 Hz), 6.61 (1H, s), 7.29 (1H, t, J=1.5 Hz), 7.35-7.40 (1H, m), 7.52 (1H, t, J=7.8 Hz), 7.61 (1H, dt, J=7.8 Hz, 1.5 Hz)。

#### 合成例 491

N-[3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-(メチルチオ)アセトアミド

- 合成例 30 と同様の方法により、3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミンおよびクロロアセチルクロリドから、2-クロロ-N-[3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アセトアミドを得た。これを合成例 38 と同様の方法により、表題化合物に導いた。収率 50%。

融点 162-163 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.32 (6H, s), 1.46 (3H, t, J=6.9 Hz), 2.19 (3H, s), 2.28 (2H, s), 2.67 (2H, s), 3.34 (2H, s), 4.18 (2H, q, J=6.9 Hz), 6.60 (1H, s), 7.12 (1H, d, J=7.2 Hz), 7.36 (1H, t, J=7.2 Hz), 7.43 (1H, s), 7.84 (1H, d, J=7.2 Hz), 8.82 (1H, s)。

#### 合成例 492

N-[3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-(メチルスルフィニル)アセトアミド

合成例 39 と同様の方法により、N-[3-(6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-(メチルチオ)アセトアミドから、表題化合物を得た。収率 67%。

融点 114-118 °C (酢酸エチル-ヘキサン)。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.13 (6H, s), 1.22 (6H, s), 1.33 (3H, t, J=7.0 Hz), 2.28 (2H, s), 2.62 (2H, s), 2.69 (3H, s), 3.73 (1H, d, J=12.8 Hz), 3.93 (1H, d, J=12.8 Hz), 4.09 (2H, q, J=7.0 Hz), 6.78 (1H, s), 7.06 (1H, d, J=7.6 Hz), 7.32-7.39 (1H, m), 7.61-7.65 (2H, m), 10.40 (1H, s)。

#### 合成例 493

N-(ヒドロキシメチル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド (0.50 g, 1.32 mmol)、37% ホルマリン (1.07 g, 13.2 mmol) および炭酸カリウム (0.365 g, 2.64 mmol) のアセトニトリル (5 mL) 懸濁液を、60 °C で 3 時間攪拌した後、1 ヶ月放置した。反応液に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチル抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル/メタノール 19:1) に供し、表題化合物 (0.40 g、収率 74%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.14 (2H, s), 2.65 (2H, s), 3.93

(3H, s), 4.87 (2H, d, J=6.2 Hz), 6.62 (1H, s), 7.39-7.48 (2H, m), 7.83-7.89 (2H, m), 8.05-8.11 (1H, m)。

#### 合成例 4 9 4

5 N-メチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-4-ヒドロキシ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 2 9 1 と同様の方法により、N-メチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミドから表題化合物を得た。収率 35%。

融点 215-216 °C (酢酸エチル)。

10 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.29 (6H, s), 2.16 (2H, s), 2.95 (3H, d, J=4.4 Hz), 3.95 (3H, s), 4.44 (1H, s), 6.98 (1H, s), 7.18 (1H, br s), 7.42-7.50 (2H, m), 7.81 (1H, s), 7.87-7.91 (1H, m)。

#### 合成例 4 9 5

15 N-メチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-4-オキソフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 2 9 4 と同様の方法により、N-メチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-4-ヒドロキシ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミドから表題化合物を得た。収率 45%。

融点 229-231 °C (酢酸エチル-ジイソプロピルエーテル)。

20 <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.34 (6H, s), 1.52 (6H, s), 2.17 (2H, s), 3.00 (3H, d, J=4.8 Hz), 4.00 (3H, s), 6.36-6.48 (1H, m), 7.44-7.59 (3H, m), 7.78 (1H, s), 7.85-7.91 (1H, m)。

#### 合成例 4 9 6

25 N-(2-アミノ-1,1-ジメチル-2-オキソエチル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-4-ヒドロキシ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

合成例 2 9 1 と同様の方法により、N-(2-アミノ-1,1-ジメチル-2-オキソエチル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イ



ソキノリン-1-イル)ベンズアミドから表題化合物を得た。収率 64%。

融点 155-158 °C (酢酸エチル)。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25-1.31 (12H, m), 1.69 (6H, s), 2.20 (2H, s), 3.96 (3H, s), 4.48 (1H, s), 5.82 (1H, br s), 6.77 (1H, br s), 7.03 (1H, s), 7.43-7.52 (3H, m), 7.91 (2H, s)。

#### 合成例 497

N-(2-アミノ-1,1-ジメチル-2-オキソエチル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-4-オキソフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミド

- 10 合成例 294 と同様の方法により、N-(2-アミノ-1,1-ジメチル-2-オキソエチル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-4-ヒドロキシ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンズアミドから表題化合物を得た。収率 52%。  
融点 180-181 °C (酢酸エチル)。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.41 (6H, s), 1.45 (6H, s), 2.24 (2H, s), 3.91 (3H, s), 6.85 (1H, br s), 7.19 (1H, br s), 7.47-7.55 (3H, m), 7.90-7.98 (2H, m), 8.29 (1H, br s)。

#### 合成例 498

3-(プロモメチル)-6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,8,8-トリメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 20 ベンズニトリル (20 mL) を -5 °C に冷却し、塩化アルミニウム (2.38 g, 17.9 mmol) を加えて攪拌した。これに 7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-2-プロペニル)ベンゾフラン (2.20 g, 8.93 mmol) を加えた後、直ちに臭素 (0.46 mL, 8.93 mmol) を滴下し、混合物を -5 °C で 1 時間、さらに室温で 3 時間攪拌した。反応液を 1 M 塩酸に注ぎ、ジイソプロピルエーテルで洗浄した。水層を濃アンモニア水で塩基性にして、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 17:3 から 7:3) に供し、3-(プロモメチル)-6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,8,8-トリメチル-1-フェニルフロ[2,3-h]イソキノリン (1.41 g, 収率 37%) を
- 25

得た。

油状物。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.31 (6H, s), 1.34 (3H, s), 1.47 (3H, t, J=7.2 Hz), 2.18 (2H, s), 2.78 (1H, d, J=15.9 Hz), 2.93 (1H, d, J=15.9 Hz), 3.40 (1H, d, J=9.9 Hz), 3.55 (1H, d, J=9.9 Hz), 4.19 (2H, q, J=7.2 Hz), 6.65 (1H, s), 7.39 (5H, s)。

これを塩酸塩にした後に、ジエチルエーテルから粉末化させ、表題化合物 (1.40 g、7-エトキシ-2,3-ジヒドロ-2,2-ジメチル-5-(2-メチル-2-プロペニル)ベンゾフランからの収率 34%) を得た。一部を酢酸エチルから結晶化した。

融点 156-159 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (3H, s), 1.24 (3H, s), 1.37 (3H, t, J=6.9 Hz), 1.59 (3H, s), 2.17 (2H, s), 3.35 (2H, s), 3.83 (1H, d, J=10.8 Hz), 3.92 (1H, d, J=10.8 Hz), 4.24 (2H, q, J=6.9 Hz), 7.11 (1H, s), 7.59-7.78 (5H, m)。

合成例 499

- 6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-N,N,3,8,8-ペンタメチル-3-フロ[2,3-h]イソキノリンメタンアミン二塩酸塩

- 3-(プロモメチル)-6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,8,8-トリメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩 (0.50 g, 1.08 mmol)、40% メチルアミン水溶液 (2 mL) および N,N-ジメチルアセトアミド (3 mL) の混合物を、封管中、180 °C で 14 時間攪拌した。反応液に飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、酢酸エチルで抽出した。抽出液を水洗した後、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 からヘキサン/酢酸エチル/トリエチルアミン 92:5:3) に供した後、塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 4:1) に供し、6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-N,N,3,8,8-ペンタメチル-3-フロ[2,3-h]イソキノリンメタンアミン (0.22 g、収率 52%) を得た。

- 油状物。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.22-1.32 (9H, m), 1.45 (3H, t, J=7.0 Hz), 2.18 (2H, s), 2.31 (6H, s), 2.35-2.51 (2H, m), 2.64 (1H, d, J=15.6 Hz), 2.97 (1H, d, J=15.6 Hz), 4.17 (2H, q, J=7.0 Hz), 6.62 (1H, s), 7.38 (5H, s)。

これを塩酸塩にした後、酢酸エチルから結晶化し、表題化合物 (0.20 g、3-(プロモメチル)-6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,8,8-トリメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩からの収率 40%) を得た。

融点 145-147 °C。

- 5  $^1\text{H}$  NMR (DMSO- $d_6$ )  $\delta$  1.23 (3H, s), 1.25 (3H, s), 1.38 (3H, t,  $J=6.9$  Hz), 1.54-1.62 (3H, m), 2.11 (1H, d,  $J=16.2$  Hz), 2.28 (1H, d,  $J=16.2$  Hz), 2.91 (6H, s), 3.20 (2H, s), 3.60 (2H, s), 4.23 (2H, q,  $J=6.9$  Hz), 7.03 (1H, s), 7.59-7.69 (5H, m)。

合成例 500

- 10 6-エトキシ-N-エチル-3,4,8,9-テトラヒドロ-N,3,8,8-テトラメチル-3-フロ[2,3-h]イソキノリンメタンアミン二塩酸塩

合成例 499 と同様の方法により、3-(プロモメチル)-6-エトキシ-3,4,8,9-テトラヒドロ-3,8,8-トリメチルフロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩および N-エチルメチルアミンから、表題化合物を得た。収率 33%。

- 15 融点 146-149 °C (酢酸エチル)。

$^1\text{H}$  NMR (DMSO- $d_6$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.27 (3H, t,  $J=7.4$  Hz), 1.38 (3H, t,  $J=6.8$  Hz), 1.58 (3H, s), 2.13 (1H, d,  $J=16.4$  Hz), 2.26 (1H, d,  $J=16.4$  Hz), 2.89 (3H, s), 3.20-3.61 (6H, m), 4.23 (2H, q,  $J=6.8$  Hz), 7.03 (1H, s), 7.60-7.65 (5H, m)。

- 20 合成例 501

ジメチルカルバモチオ酸 0-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]エステル塩酸塩

水酸化カリウム (587 mg, 10.5 mmol) の水 (30 mL) - アセトン (30 mL) 溶液に 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェノール (3.50 g, 9.96 mmol) を加え、室温で 20 分間攪拌した。

- 25 氷冷下、N,N-ジメチルチオカルバモイルクロリド (1.42 g, 11.5 mmol) を加え、室温で 3 時間攪拌した。アセトンを減圧留去し、1 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にし、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を 1 M 水酸

化ナトリウム水溶液および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 5:1 の後 3:1）に供し、表題化合物の遊離塩基を 3.40 g 得た。

そのうち 753 mg を酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、

- 5 減圧濃縮し、ジエチルエーテルから粉末化させて表題化合物（745 mg、収率 57%）を得た。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR (DMSO- $d_6$ )  $\delta$  1.23 (6H, s), 1.41 (3H, s), 1.47 (3H, s), 2.05–2.75 (2H, m), 3.17 (2H, s), 3.20–3.50 (6H, m), 3.94 (3H, s), 7.09 (1H, s), 7.37–7.54  
10 (3H, m), 7.67–7.74 (1H, m), 12.70 (1H, br s)。

合成例 502

2-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-*h*]イソキノリン-1-イル)フェノキシ]アセトアミド

- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-*h*]イソキノリン-1-イル)フェノール (215 mg, 0.612 mmol) の *N,N*-ジメチルホルムアミド (2 mL) 溶液に氷冷下、カリウム *tert*-ブトキシド (380 mg, 3.37 mmol) を加え、室温で 1 時間攪拌した。2-プロモアセトアミド (279 mg, 2.02 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した後、90 °C で 24 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を 1 M 水酸化ナトリウム水溶液および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 1:2 の後ヘキサン/酢酸エチル/トリエチルアミン 15:30:1）に供し、ジエチルエーテル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (130 mg、収率 52%) を得た。
- 20

融点 172–174 °C。

- 25  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.24 (2H, br s), 2.69 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.53 (2H, s), 5.63 (1H, br s), 6.60 (1H, br s), 6.62 (1H, s), 6.93–7.05 (3H, m), 7.29–7.37 (1H, m)。

合成例 503

N-メチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンスルホンアミド塩酸塩

- 3-シアノ-N-メチルベンゼンスルホンアミド (2.10 g, 10.7 mmol) の酢酸 (10 mL)  
ートルエン (17 mL) 懸濁液に氷冷下、濃硫酸 (1.2 mL, 22.5 mmol) を滴下し、室  
5 温で 1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル  
-1-プロパノール (3.20 g, 12.8 mmol) を加え、80 °C で 1 時間攪拌した。反応混  
合物に氷水を注ぎ、ジエチルエーテルで洗浄した。水層を濃アンモニア水で中和し、  
酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、  
硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマト  
10 グラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後ヘキサン/酢酸エチル/トリエチルア  
ミン 25:25:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、  
4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、エタノール-酢酸エチルから  
結晶化させて表題化合物 (3.19 g, 収率 64%) を得た。

融点 164-167 °C。

- 15 <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.46 (6H, br s), 2.13 (2H, s), 2.45 (3H, d,  
J = 4.8 Hz), 3.04-3.30 (3H, m), 3.95 (3H, s), 7.11 (1H, s), 7.76-8.26 (4H,  
m)。

合成例 504

- 2-[(メチル)[[(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
20 [2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]スルホニル]アミノ]酢酸 エチルエステル  
塩酸塩

- N-メチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンスルホンアミド塩酸塩 (900 mg, 1.94  
mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (9 mL) 溶液に氷冷下、水素化ナトリウム  
25 (66% 油分散物) (148 mg, 4.07 mmol) を加え、室温で 30 分間攪拌した。氷冷下、  
ブromo酢酸エチル (0.23 mL, 2.03 mmol) を加え、室温で 5 時間攪拌した。反応  
混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩  
化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣

を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 3:1）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、酢酸エチルから結晶化させて表題化合物（680 mg、収率 64%）を得た。

5 融点 122-125 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.17 (3H, t, J = 7.0 Hz), 1.22 (6H, s), 1.46 (6H, br s), 2.17 (2H, s), 2.87 (3H, s), 3.17 (2H, s), 3.94 (3H, s), 4.06 (2H, q, J = 7.0 Hz), 4.12 (2H, s), 7.11 (1H, s), 7.81-7.92 (2H, m), 8.09-8.13 (2H, m)。

合成例 5 0 5

- 10 2-[(メチル)[[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]スルホニル]アミノ]アセトアミド
- 2-[(メチル)[[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]スルホニル]アミノ]酢酸 エチルエステル塩酸塩 (464 mg, 0.842 mmol) のエタノール (1.5 mL) 溶液に 5 M 水酸化ナトリウム水溶液 (1.5 mL) を加え、室温で 1 時間攪拌した。エタノールを減圧留去した後水を加え、5 M 塩酸で pH を 6 とし、酢酸エチル-テトラヒドロフランで 2 回抽出した。合わせた有機層を硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮し、2-[(メチル)[[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]スルホニル]アミノ]酢酸 (394 mg) を得た。得られた酢酸誘導体 (390 mg) の N,N-ジメチルホルムアミド (2 mL) 溶液に 1-エチル-3-(3-ジメチルアミノプロピル)カルボジイミド塩酸塩 (199 mg, 1.04 mmol) および 1-ヒドロキシ-1H-ベンゾトリアゾール-水合物 (123 mg, 0.802 mmol) を加え、室温で 30 分間攪拌した。氷冷下、濃アンモニア水 (0.5 mL) を加え、同温下 1 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチル-テトラヒドロフランで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 3:1）に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (55 mg、収率 14%) を得た。
- 25

融点 105-107 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.16 (2H, s), 2.72 (2H, s), 2.86 (3H, s), 3.66 (2H, s), 3.93 (3H, s), 5.58 (1H, br s), 6.58 (1H, br s), 6.64 (1H, s), 7.59-7.86 (4H, m)。

5 合成例 506

N-[3-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]スルホニル]アミノ]フェニル]アセトアミド塩酸塩

- 10 N-[3-[[[3-(シアノフェニル)スルホニル]アミノ]フェニル]アセトアミド (1.39 g, 4.41 mmol) の酢酸 (5 mL) - トルエン (8 mL) 溶液に氷冷下、濃硫酸 (0.52 mL, 9.70 mmol) を滴下し、室温で 1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル-1-プロパノール (1.32 g, 5.29 mmol) を加え、60 °C で 3 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、ジエチルエーテルで洗浄した。水層を濃アンモニア水で中和し、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:2 の後 1:3) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ジエチルエーテルから粉末化させて表題化合物 (815 mg、収率 48%) を得た。

20 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.09 (6H, s), 1.45 (6H, s), 1.73-2.00 (2H, m), 1.94 (3H, s), 3.17 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.65-6.78 (1H, m), 7.10-7.13 (3H, m), 7.66 (1H, s), 7.80-7.90 (2H, m), 8.05-8.20 (2H, m), 10.05 (1H, s), 10.58 (1H, s)。

合成例 507

- 25 2-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]スルホニル]アミノ]アセトアミド塩酸塩  
2-[[[3-(シアノフェニル)スルホニル]アミノ]アセトアミド (180 mg, 0.752 mmol) の酢酸 (1 mL) - トルエン (1.6 mL) 懸濁液に氷冷下、濃硫酸 (0.088 mL, 1.65 mmol)

を滴下し、室温で 1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル-1-プロパノール (226 mg, 0.903 mmol) を加え、60 °C で 2 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、ジエチルエーテルで 2 回洗浄した。水層を濃アンモニア水で中和し、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチルの後酢酸エチル/メタノール 10:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ジエチルエーテルから粉末化させて表題化合物 (189 mg、収率 50%) を得た。

#### 10 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.46 (6H, br s), 2.00-2.30 (2H, m), 3.17 (2H, s), 3.30-3.60 (2H, m), 3.94 (3H, s), 7.10 (2H, s), 7.42 (1H, s), 7.80-7.87 (2H, m), 8.04 (1H, s), 8.11-8.25 (2H, m)。

#### 合成例 508

#### 15 N-(ヘキサヒドロ-2-オキソ-1H-アゼピン-3-イル)-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンスルホンアミド塩酸塩

3-シアノ-N-(ヘキサヒドロ-2-オキソ-1H-アゼピン-3-イル)ベンゼンスルホンアミド (360 mg, 1.23 mmol) の酢酸 (2 mL) - トルエン (3.2 mL) 懸濁液に氷冷下、濃硫酸 (0.14 mL, 2.71 mmol) を滴下し、室温で 5 分間攪拌した。1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラニル)-2-メチル-1-プロパノール (369 mg, 1.47 mmol) を加え、65 °C で 3 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、ジエチルエーテルで 2 回洗浄した。水層を濃アンモニア水で中和し、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:2) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ジエチルエーテルから粉末化させて表題化合物 (270 mg、収率 39%) を得た。



非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.22 (6H, s), 1.44 (3H, s), 1.45-1.85 (4H, m), 1.47 (3H, s), 2.00-2.35 (2H, m), 2.90-3.15 (2H, m), 3.16 (2H, s), 3.39-3.45 (2H, m), 3.94 (3H, s), 4.00-4.15 (1H, m), 7.10 (1H, s), 7.65-7.90 (2H, m), 7.82 (2H, br s), 8.03-8.20 (2H, m)。

#### 合成例 5 0 9

ジメチルカルバモチオ酸 S-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]エステル塩酸塩

- ジメチルカルバモチオ酸 S-(3-シアノフェニル)エステル (637 mg, 3.09 mmol) の酢酸 (4 mL) - トルエン (6.5 mL) 懸濁液に氷冷下、濃硫酸 (0.36 mL, 6.80 mmol) を滴下し、室温で 1-(2,3-ジヒドロ-7-メトキシ-2,2-ジメチル-5-ベンゾフラン-2-メチル-1-プロパノール (928 mg, 3.71 mmol) を加え、80 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、ジエチルエーテルで洗浄した。水層を濃アンモニア水で中和し、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 5:1 の後 3:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を非晶質として得た。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.39 (2H, br s), 2.67 (2H, s), 3.03 (6H, br s), 3.91 (3H, s), 6.59 (1H, s), 7.38-7.58 (4H, m)。
- これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ジエチルエーテルから粉末化させて表題化合物 (618 mg、収率 42%) を得た。

非晶質。

- <sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.42 (3H, s), 1.45 (3H, s), 2.13 (1H, br d, J = 15.8 Hz), 2.40-2.60 (1H, m), 2.94 (3H, s), 3.00-3.50 (2H, m), 3.05 (3H, s), 3.94 (3H, s), 7.09 (1H, s), 7.68-7.80 (4H, m)。

#### 合成例 5 1 0

3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(メチルチオ)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

ジメチルカルバモチオ酸 S-[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]エステル (1.12 g, 2.55 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) 溶液に氷冷下、28% ナトリウムメトキシド/メタノール溶液 (2 mL) を加え、室温で 1 時間攪拌した。反応混合物に氷水 5 を注ぎ、5 M 塩酸で中和し、酢酸エチルで 3 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) に溶解し、水素化ナトリウム (66% 油分散物) (93 mg, 2.55 mmol) を加え、室温で 20 分間攪拌した。氷冷下、ヨードメタン (0.16 mL, 2.55 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物に水 10 を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 10:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を非晶質として得た。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.24 (2H, s), 2.49 (3H, s), 2.69 15 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.13-7.31 (4H, m)。

これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、酢酸エチルから結晶化させて表題化合物 (247 mg、収率 23%) を得た。

融点 130-140 °C。

$^1\text{H NMR}$  ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.44 (6H, s), 2.25 (2H, s), 2.55 (3H, s), 3.14 20 (2H, s), 3.94 (3H, s), 7.09 (1H, s), 7.31-7.35 (1H, m), 7.51-7.63 (3H, m)。

合成例 5 1 1

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-[3-(メチルスルフィニル)フェニル]フロ[2, 3-h]イソキノリン塩酸塩

3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチル-1-[3-(メチルチオ)フェニル]フロ[2, 3-h]イソキノリン (288 mg, 0.755 mmol) のメタノール (3.5 mL) 溶液にメタ過ヨウ素酸ナトリウム (404 mg, 1.89 mmol) の水 (2.5 mL) 溶液を加え、室温で 1 時間攪拌した。反応混合物に水 25 を注ぎ、炭酸水素ナトリウムを加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で

- 洗淨、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後 1:1）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ジエチルエーテルから粉末化させて表題化合物（257 mg、収率 78%）を得た。

非晶質。

$^1\text{H}$  NMR (DMSO- $d_6$ )  $\delta$  1.22 (6H, s), 1.47 (6H, s), 2.15 (2H, s), 2.85 (3H, s), 3.17 (2H, s), 3.94 (3H, s), 7.11 (1H, s), 7.76-8.05 (4H, m)。

#### 合成例 5 1 2

- 10 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(メチルスルホニル)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩

- 3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチル-1-[3-(メチルチオ)フェニル]フロ[2,3-h]イソキノリン塩酸塩 (202 mg, 0.483 mmol) のメタノール (3 mL) 溶液にメタ過ヨウ素酸ナトリウム (517 mg, 2.42 mmol) の水 (2 mL) 溶液を加え、60 °C で 4 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、炭酸水素ナトリウムを加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗淨、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 3:1）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、エタノール-酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物 (171 mg、収率 79%) を得た。

融点 141-145 °C。

$^1\text{H}$  NMR (DMSO- $d_6$ )  $\delta$  1.22 (6H, s), 1.47 (6H, s), 2.14 (2H, s), 3.16 (2H, s), 3.34 (3H, s), 3.94 (3H, s), 7.11 (1H, s), 7.86-8.00 (2H, m), 8.23-8.27 (2H, m)。

#### 25 合成例 5 1 3

2-[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]チオ]アセトアミド

28% ナトリウムメトキシド/メタノール溶液 (1.43 g, 7.39 mmol) の N,N-ジメチ

ルホルムアミド (8 mL) 溶液に氷冷下、ジメチルカルバモチオ酸 S-[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]エステル (1.62 g, 3.69 mmol)を加え、室温で 1.5 時間攪拌した。氷冷下、2-プロモアセトアミド (509 mg, 3.69 mmol) を加え、室温で 30 分間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルーテトラヒドロフランで2回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:2) に供して非晶質 (1.25 g) を得た。一部 (369 mg) を酢酸エチルーヘキサンから結晶化させて表題化合物 (298 mg、収率 64%) を得た。

10 融点 118-120 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.20 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.66 (2H, s), 3.93 (3H, s), 5.44 (1H, br s), 6.62 (1H, s), 6.81 (1H, br s), 7.21-7.43 (4H, m)。

合成例 5 1 4

15 2-[[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]スルフィニル]アセトアミド塩酸塩

2-[[3-(3, 4, 8, 9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3, 3, 8, 8-テトラメチルフロ[2, 3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]チオ]アセトアミド (401 mg, 0.945 mmol) のメタノール (4 mL) 溶液にメタ過ヨウ素酸ナトリウム (655 mg, 3.06 mmol) の水 (2.5 mL)

20 溶液を加え、室温で 3 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、炭酸水素ナトリウムを加えて中和し、酢酸エチルで3回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:3 の後酢酸エチル) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、  
25 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ジエチルエーテルから粉末化させて表題化合物 (357 mg、収率 79%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.47 (6H, s), 2.17 (2H, s), 3.17 (2H, s), 3.80

(1H, br d, J = 13.4 Hz), 3.94 (3H, s), 4.04 (1H, d, J = 13.4 Hz), 7.10 (1H, s), 7.36 (1H, s), 7.75-8.03 (5H, m)。

# 合成例 5 1 5

2-[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イ  
5 ソキノリン-1-イル)フェニル]スルホニル]アセトアミド塩酸塩

2-[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イ  
ソキノリン-1-イル)フェニル]チオ]アセトアミド (486 mg, 1.14 mmol) のメタノ  
ール (6 mL) 溶液にメタ過ヨウ素酸ナトリウム (1.22 g, 5.72 mmol) の水 (4 mL)  
10 溶液を加え、70 °C で 6 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、炭酸水素ナトリウ  
ムを加え、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリ  
ウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性  
シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:3) に供し、表題  
化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル  
溶液を加え、減圧濃縮し、ジエチルエーテルから粉末化させて表題化合物 (370 mg,  
15 収率 66%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.21 (6H, s), 1.47 (6H, s), 2.00-2.40 (2H, m), 3.17 (2H, s), 3.94 (3H, s), 4.30-4.60 (2H, m), 7.10 (1H, s), 7.35 (1H, s), 7.80 (1H, s), 7.84-7.98 (2H, m), 8.15-8.19 (2H, m)。

# 20 合成例 5 1 6

3-クロロ-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-1-プロパンスルホンアミド

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキ  
ノリン-1-イル)ベンゼンアミン (729 mg, 2.08 mmol) およびトリエチルアミン  
25 (0.32 mL, 2.29 mmol) のテトラヒドロフラン (7 mL) 溶液に 3-クロロプロパンス  
ルホニルクロリド (0.25 mL, 2.08 mmol) を氷冷下滴下し、室温で 3 時間攪拌し  
た。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和  
塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残

渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後ヘキサン/酢酸エチル/トリエチルアミン 25:25:1）に供して油状物（820 mg）を得た。一部（520 mg）を酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物（453 mg、収率 70%）を得た。

5 融点 163-165 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.17-2.31 (2H, m), 2.24 (2H, s), 2.72 (2H, s), 3.12 (2H, t, J = 6.5 Hz), 3.64 (2H, t, J = 6.2 Hz), 3.93 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.12-7.39 (4H, m)。

合成例 5 1 7

- 10 2-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]イソチアゾリジン 1,1-ジオキシド  
3-クロロ-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-1-プロパンスルホンアミド (352 mg, 0.717 mmol) のトルエン (3 mL) 溶液に 1,8-ジアザビシクロ[5.4.0]ウンデク-7-  
15 エン (0.11 mL, 0.753 mmol) を加え、110 °C で 1 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、1 M 塩酸を加えて中和し、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (112 mg、収率 34%) を得た。

20 融点 114-116 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.30 (2H, s), 2.45-2.60 (2H, m), 2.70 (2H, s), 3.38 (2H, t, J = 7.5 Hz), 3.81 (2H, t, J = 6.6 Hz), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.24-7.27 (2H, m), 7.39-7.42 (2H, m)。

合成例 5 1 8

- 25 N,N-ジメチル-N'-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]スルファミド  
3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (340 mg, 0.970 mmol) のテトラヒドロフラン (3

mL) 溶液に氷冷下、トリエチルアミン (0.15 mL, 1.07 mmol) および ジメチルスルファモイルクロリド (0.10 mL, 0.970 mmol) を加え、15 時間加熱還流した。反応混合物に水を注ぎ、1 M 水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にし、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸マグ

5 ネシウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:2) に供し、ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (226 mg、収率 51%) を得た。

融点 134-136 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.25 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.24 (2H, s), 2.70 (2H, s), 2.82

10 (6H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.09-7.13 (2H, m), 7.21-7.36 (2H, m)。

#### 合成例 5 1 9

N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-プロペンアミド

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (1.07 g, 3.05 mmol) のテトラヒドロフラン (10

15 mL) 溶液に氷冷下、トリエチルアミン (0.47 mL, 3.36 mmol) および 3-クロロプロピオニルクロリド (0.31 mL, 3.21 mmol) を加え、同温下 1.5 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで3回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を

20 シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後ヘキサン/酢酸エチル/メタノール 25:25:1) に供し、ジエチルエーテル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物および 3-クロロ-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]プロパンアミドの約 1:1 混合物 (1.12 g) を得た。

25 この混合物の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) 溶液に炭酸カリウム (220 mg, 1.59 mmol) およびヨウ化カリウム (22 mg, 0.133 mmol) を加え、60 °C で 4 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで2回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧

濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 3:1）に供し、ジエチルエーテル–ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物（419 mg、収率 34%）を得た。

融点 188–190 °C。

- 5  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.30 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.92 (3H, s), 5.74 (1H, dd,  $J = 10.0, 1.6$  Hz), 6.22 (1H, dd,  $J = 16.9, 10.0$  Hz), 6.41 (1H, dd,  $J = 16.9, 1.6$  Hz), 6.60 (1H, s), 7.07 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz), 7.31 (1H, t,  $J = 8.0$  Hz), 7.44 (1H, s), 7.77 (1H, d,  $J = 8.0$  Hz), 7.96 (1H, s)。

合成例 5 2 0

- 10 4-クロロ-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]ブタンアミド

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (1.85 g, 5.28 mmol) のテトラヒドロフラン (15 mL) 溶液に氷冷下、トリエチルアミン (0.81 mL, 5.81 mmol) および 4-クロロブ

- 15 チリルクロリド (0.62 mL, 5.54 mmol) を加え、同温下 1 時間攪拌した。反応混合物に氷水および水酸化ナトリウム水溶液を注ぎ、酢酸エチルで抽出した。有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をジエチルエーテル–ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物 (2.25 g、収率 94%) を得た。

- 20 融点 146–148 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.25 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.10–2.23 (2H, m), 2.30 (2H, s), 2.52 (2H, t,  $J = 7.1$  Hz), 2.69 (2H, s), 3.65 (2H, t,  $J = 6.0$  Hz), 3.92 (3H, s), 6.60 (1H, s), 7.07 (1H, d,  $J = 7.6$  Hz), 7.31 (1H, t,  $J = 7.6$  Hz), 7.45 (1H, s), 7.77 (1H, d,  $J = 7.6$  Hz), 7.78 (1H, s)。

- 25 合成例 5 2 1

1-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-ピロリジノン塩酸塩

4-クロロ-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ



[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]ブタンアミド (1.54 g, 3.38 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (10 mL) 溶液に炭酸カリウム (514 mg, 3.72 mmol) および ヨウ化カリウム (56 mg, 0.338 mmol) を加え、60 °C で 2 時間、80 °C で 5 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチルの後酢酸エチル/トリエチルアミン 50:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ジエチルエーテルから粉末化させて表題化合物 (941 mg、収率 61%) で得た。

10 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.44 (6H, s), 2.02-2.15 (2H, m), 2.20-2.40 (2H, m), 2.45-2.60 (2H, m), 3.14 (2H, s), 3.70-4.05 (2H, m), 3.94 (3H, s), 7.09 (1H, s), 7.35 (1H, d, J = 8.0 Hz), 7.60-7.68 (1H, m), 7.90 (1H, s), 7.94 (1H, d, J = 8.0 Hz)。

15 合成例 5 2 2

3-クロロ-2,2-ジメチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]プロパンアミド

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (2.96 g, 8.45 mmol) のテトラヒドロフラン (20 mL) 溶液に氷冷下、トリエチルアミン (1.30 mL, 9.30 mmol) および 3-クロロピバロイルクロリド (1.15 mL, 8.87 mmol) を加え、室温で 30 分間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (3.83 g、収率 97%) を得た。

25 融点 189-191 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.32 (6H, s), 1.42 (6H, s), 2.31 (2H, s), 2.68 (2H, s), 3.70 (2H, s), 3.92 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.12 (1H, dd, J = 7.6, 1.4 Hz), 7.35 (1H, t, J = 7.6 Hz), 7.48 (1H, t, J = 1.4 Hz), 7.55 (1H, br s), 7.81

(1H, dd, J = 7.6, 1.4 Hz)。

### 合成例 5 2 3

3,3-ジメチル-1-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ  
ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-アゼチジノン塩酸塩

- 5 3-クロロ-2,2-ジメチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テ  
トラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]プロパンアミド (1.63 g,  
3.48 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (15 mL) 溶液に炭酸カリウム (529 mg,  
3.83 mmol) およびヨウ化カリウム (58 mg, 0.348 mmol) を加え、70 °C で 3 時間  
10 攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層  
を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮し  
た。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル  
5:1 の後 3:1) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、  
4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、酢酸エチル-ジイソプロピル  
エーテルから結晶化させて表題化合物 (1.50 g、収率 92%) を得た。

- 15 融点 191-193 °C。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.32 (6H, s), 1.44 (6H, s), 2.29 (2H, s), 3.14  
(2H, s), 3.58 (2H, s), 3.94 (3H, s), 7.09 (1H, s), 7.29-7.31 (1H, m), 7.62-7.64  
(3H, m)。

### 合成例 5 2 4

- 20 5-オキソ-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ  
ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-ピロリジンカルボキサミド

D,L-ピログルタミン酸 (3.65 g, 28.3 mmol) のトルエン (16 mL) 溶液に塩化チオ  
ニル (2.06 mL, 28.3 mmol) および N,N-ジメチルホルムアミド (1 滴) を加え、

- 50 °C で 40 分間攪拌した。溶媒を減圧留去した後、残渣を N,N-ジメチルホルムア  
ミド (10 mL) に溶解し、氷冷下、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-  
25 テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (1.98 g, 5.66  
mmol) およびトリエチルアミン (3.94 mL, 28.3 mmol) を加え、室温で 3 時間攪  
拌した。反応混合物に塩化ナトリウム水溶液を注ぎ、酢酸エチル-テトラヒドロフ

ランで2回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（酢酸エチルの後酢酸エチル/メタノール 30:1）に供し、酢酸エチルーヘキサンから結晶化させて表題化合物（1.57 g、収率 60%）を得た。

5 融点 145-147 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.27 (2H, s), 2.30-2.59 (4H, m), 2.67 (2H, s), 3.92 (3H, s), 4.20-4.30 (1H, m), 6.60 (1H, s), 6.94 (1H, s), 7.09 (1H, d, J = 8.0 Hz), 7.23-7.37 (1H, m), 7.53 (1H, s), 7.74 (1H, d, J = 8.0 Hz), 8.50 (1H, s)。

10 合成例 5 2 5

N-メチル-5-オキソ-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-ピロリジンカルボキサミド塩酸塩

D,L-ピログルタミン酸 (909 mg, 7.04 mmol) の トルエン (4 mL) 溶液に塩化チオ  
 15 ニル (0.51 mL, 7.04 mmol) および N,N-ジメチルホルムアミド (1 滴) を加え、  
 50 °C で 40 分間攪拌した。溶媒を減圧留去し、残渣を N,N-ジメチルホルムアミド  
 (4 mL) に溶解し、氷冷下、N-メチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-  
 -3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (493  
 mg, 1.35 mmol) およびトリエチルアミン (0.98 mL, 7.04 mmol) を加え、室温で 3  
 20 時間攪拌した。反応混合物に飽和塩化ナトリウム水溶液を注ぎ、酢酸エチルーテ  
 ラヒドロフランで3回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗  
 浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカ  
 ラムクロマトグラフィー（酢酸エチル）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これ  
 を酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ジエ  
 25 チルエーテルから粉末化させて表題化合物 (516 mg、収率 75%) を得た。

非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.47 (6H, s), 1.90-2.30 (4H, m), 2.19 (2H, s), 3.17 (2H, s), 3.25 (3H, s), 3.94 (3H, s), 4.00-4.15 (1H, m), 7.11 (1H,

s), 7.55-7.85 (5H, m)。

#### 合成例 5 2 6

2,6-ジクロロ-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフ  
ロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-3-ピリジンカルボキサミド

- 5 2,6-ジクロロニコチン酸 (90%) (188 mg, 0.881 mmol) の N,N-ジメチルホルムア  
ミド (2.5 mL) 溶液に、N,N'-カルボニルジイミダゾール (160 mg, 0.989 mmol) を  
加え、室温で 1 時間攪拌した。3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-  
テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (347 mg, 0.989  
mmol) を加え、室温で 1 時間、60 °C で 2 時間、90 °C で 15 時間攪拌した。反応  
10 混合物に水を注ぎ、酢酸エチル-テトラヒドロフランで 2 回抽出した。合わせた有  
機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、  
減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢  
酸エチル 2:1 の後 1:1) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化  
合物 (95 mg、収率 18%) を得た。

- 15 融点 130-132 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.34 (6H, br s), 2.33 (2H, s), 2.69 (2H, s),  
3.93 (3H, s), 6.61 (1H, s), 7.19 (1H, d, J = 7.5 Hz), 7.37-7.43 (2H, m), 7.61  
(1H, s), 7.84 (1H, d, J = 7.5 Hz), 8.13 (1H, d, J = 8.0 Hz), 8.56 (1H, s)。

#### 合成例 5 2 7

- 20 N-[3-[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ  
[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]カルボニル]アミノ]フェニル]ア  
セトアミド塩酸塩

- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキ  
ノリン-1-イル)ベンゼンアミン (327 mg, 0.933 mmol) の N,N-ジメチルホルムア  
25 ミド (3 mL) 溶液に N,N'-カルボニルジイミダゾール (151 mg, 0.933 mmol) を加  
え、室温で 1 時間攪拌した。3'-アミノアセトアニリド (140 mg, 0.933 mmol) を  
加え、室温で 3 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 3 回抽出  
した。合わせた有機層を減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグ

ラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 1:2、酢酸エチルの後酢酸エチル/メタノール 20:1）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ジエチルエーテルから粉末化させて表題化合物（128 mg、収率 24%）を得た。

5 非晶質。

<sup>1</sup>H NMR (DMSO-d<sub>6</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.44 (6H, s), 2.02 (3H, s), 2.18-2.55 (2H, m), 3.15 (2H, br s), 3.94 (3H, s), 7.09 (1H, s), 7.13-7.23 (4H, m), 7.50-7.88 (4H, m), 9.30 (1H, s), 9.59 (1H, s), 9.93 (1H, s)。

合成例 5 2 8

10 [3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]尿素

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (327 mg, 0.933 mmol) のテトラヒドロフラン (3 mL) 溶液に氷冷下、シアン酸ナトリウム (121 mg, 1.87 mmol) およびトリフルオロ酢酸 (0.36 mL, 4.67 mmol) を加え、室温で 1 時間攪拌した。反応混合物を 1 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和し、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（酢酸エチル）に供し、ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物 (303 mg、収率 83%) を得た。

20 融点 174-176 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.23 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.28 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.93 (3H, s), 4.89 (2H, br s), 6.60 (1H, s), 6.98 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.25-7.33 (2H, m), 7.49 (1H, d, J = 8.2 Hz), 7.55 (1H, s)。

合成例 5 2 9

25 N-メチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]尿素

N-メチル-3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (350 mg, 0.960 mmol) のテトラヒ

ドロフラン (3 mL) 溶液に氷冷下、シアン酸ナトリウム (125 mg, 1.92 mmol) およびトリフルオロ酢酸 (0.37 mL, 4.80 mmol) を加え、室温で 1 時間攪拌した。反応混合物を 1 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和し、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:2) に供し、酢酸エチル-ヘキサンから結晶化させて表題化合物 (263 mg、収率 67%) を得た。

融点 108-109 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.26 (6H, s), 1.33 (6H, s), 2.22 (2H, s), 2.70 (2H, s), 3.28 (3H, s), 3.93 (3H, s), 4.42 (2H, br s), 6.62 (1H, s), 7.30-7.52 (4H, m)。

#### 合成例 530

N-メチル-N'-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]尿素

3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (316 mg, 0.902 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (3 mL) 溶液にクロロ炭酸フェニル (0.11 mL, 0.902 mmol) およびトリエチルアミン (0.13 mL, 0.902 mmol) を加え、室温で 1 時間攪拌した。塩酸メチルアミン (73 mg, 1.08 mmol) およびトリエチルアミン (0.31 mL, 2.26 mmol) を加え、室温で 2 時間、50 °C で 5 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 3 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチルの後酢酸エチル/メタノール 50:1) に供し、酢酸エチル-ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物 (278 mg、収率 76%) を得た。

融点 125-127 °C。

<sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.24 (6H, s), 1.31 (6H, s), 2.29 (2H, s), 2.69 (2H, s), 2.74 (3H, d, J = 4.4 Hz), 3.92 (3H, s), 5.13 (1H, br s), 6.60 (1H, s), 6.95 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.02 (1H, s), 7.21-7.39 (2H, m)。

#### 合成例 531

N-(2-ピリジニル)-N'-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]尿素

- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (315 mg, 0.899 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (3 mL) 溶液に氷冷下、トリエチルアミン (0.13 mL, 0.899 mmol) およびクロロ炭酸フェニル (0.11 mL, 0.899 mmol) を加え、室温で 40 分間攪拌した。2-アミノピリジン (93 mg, 0.989 mmol) を加え、室温で 2 時間、60 °C で 2 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後 1:2) に供し、ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (166 mg、収率 39%) を得た。

融点 189-191 °C。

- <sup>1</sup>H NMR (CDCl<sub>3</sub>) δ 1.27 (6H, s), 1.32 (6H, s); 2.35 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 6.81 (1H, d, J = 8.0 Hz), 6.91-6.97 (1H, m), 7.09 (1H, d, J = 7.6 Hz), 7.36 (1H, t, J = 8.0 Hz), 7.56-7.66 (2H, m), 7.81 (1H, d, J = 7.6 Hz), 8.25-8.28 (2H, m), 11.91 (1H, s)。

#### 合成例 5 3 2

N-(2-クロロエチル)-N'-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]尿素

- 3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (519 mg, 1.48 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (5 mL) 溶液にイソシアン酸 2-クロロエチル (0.12 mL, 1.48 mmol) を加え、室温で 3 時間攪拌した。反応混合物に塩化ナトリウム水溶液を注ぎ、酢酸エチルで 3 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後酢酸エチル) に供し、ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (477 mg、収率 71%) を得た。

融点 147-150 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.26 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.30 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.45–3.63 (4H, m), 3.92 (3H, s), 5.68 (1H, t,  $J = 5.2$  Hz), 6.60 (1H, s), 6.95 (1H, d,  $J = 7.8$  Hz), 7.20 (1H, s), 7.24 (1H, t,  $J = 7.8$  Hz), 7.42 (1H, d,  $J = 7.8$  Hz), 7.59 (1H, s)。

5 合成例 5 3 3

1-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]-2-イミダゾリジノン

- 10 N-(2-クロロエチル)-N'-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]尿素 (351 mg, 0.770 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (3 mL) 溶液に氷冷下、カリウム tert-ブトキシド (86 mg, 0.770 mmol) を加え、室温で 4 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。得られた結晶をジイソプロピルエーテルで洗浄し、表題化合物 (251 mg, 収率 78%) を得た。

15 融点 225–227 °C。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.24 (6H, s), 1.32 (6H, s), 2.30 (2H, br s), 2.68 (2H, s), 3.57 (2H, t,  $J = 8.1$  Hz), 3.92 (3H, s), 3.99 (2H, t,  $J = 8.1$  Hz), 4.60 (1H, s), 6.60 (1H, s), 7.05 (1H, d,  $J = 7.8$  Hz), 7.35 (1H, t,  $J = 7.8$  Hz), 7.35 (1H, s), 7.80 (1H, d,  $J = 7.8$  Hz)。

20 合成例 5 3 4

N,N'-ジメチル-N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]スルファミド塩酸塩

- 25 2-メチル-2-プロパノール (0.15 mL, 1.57 mmol) のテトラヒドロフラン (3 mL) 溶液に、氷冷下、イソシアン酸クロロスルホニル (0.14 mL, 1.57 mmol) を加え、室温で 30 分間攪拌した。氷冷下、3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)ベンゼンアミン (500 mg, 1.43 mmol) およびトリエチルアミン (0.24 mL, 1.72 mmol) を加え、室温で 2 時間攪拌した。反応混合物に氷水を注ぎ、酢酸エチル-テトラヒドロフランで 3 回抽出し



た。合わせた有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 2:1 の後 1:1）に供し、[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]スルホニル]カルバミン酸 1,1-ジメチルエチルエステル (510 mg、収率 67%) を結晶として得た。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.27 (6H, s), 1.33 (6H, s), 1.41 (9H, s), 2.22 (2H, s), 2.71 (2H, s), 3.93 (3H, s), 6.62 (1H, s), 7.21-7.41 (4H, m)。

得られたカルバミン酸誘導体 (500 mg, 0.944 mmol) の N,N-ジメチルホルムアミド (5 mL) 溶液に氷冷下、水素化ナトリウム (66% 油分散物) (36 mg, 0.991 mmol) を加え、減圧下、室温で 30 分間攪拌した。氷冷下、ヨードメタン (0.06 mL, 0.991 mmol) を加え、同温下、3 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、酢酸エチルで 2 回抽出した。合わせた有機層を水および飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 2:1）に供し、(メチル)[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]スルホニル]カルバミン酸 1,1-ジメチルエチルエステルと (メチル)[[(メチル)[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]スルホニル]カルバミン酸 1,1-ジメチルエチルエステルの約 1:1 混合物 (379 mg) を得た。

得られた混合物 (370 mg) に 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液 (3 mL) を加え、室温で 1 時間攪拌した。反応混合物に水を注ぎ、5 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和した後、酢酸エチルで抽出した。有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン/酢酸エチル 1:1）に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、ジエチルエーテルから粉末化させて表題化合物 (129 mg、収率 28%) を得た。非晶質。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.19 (6H, s), 1.40 (3H, s), 1.45 (3H, s), 1.97-2.50 (2H, m), 2.51 (3H, d,  $J = 4.8$  Hz), 3.14 (2H, s), 3.15 (3H, s), 3.91 (3H, s), 7.06 (1H, s), 7.43-7.67 (4H, m)。

#### 合成例 5 3 5

- 5 N-メチル-N'-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]スルファミド

合成例 5 3 4において、カラムクロマトグラフィーで N,N'-ジメチル体を分離後、ヘキサン/酢酸エチル 1:2 で溶出し、ジエチルエーテルから結晶化させて表題化合物 (85 mg、収率 21%) を得た。

- 10 融点 135-136  $^{\circ}\text{C}$ 。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.28 (6H, s), 1.33 (6H, br s), 2.25 (2H, s), 2.60 (3H, s), 2.72 (2H, s), 3.93 (3H, s), 5.86 (1H, br s), 6.62 (1H, s), 7.03-7.14 (2H, m), 7.28-7.39 (2H, m)。

#### 合成例 5 3 6

- 15 N-[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]スルファミド塩酸塩

[[[3-(3,4,8,9-テトラヒドロ-6-メトキシ-3,3,8,8-テトラメチルフロ[2,3-h]イソキノリン-1-イル)フェニル]アミノ]スルホニル]カルバミン酸 1,1-ジメチルエチルエステル (539 mg, 1.02 mmol) に 4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液 (3 mL) を加

- 20 え、室温で 3 時間攪拌した。反応混合物を 5 M 水酸化ナトリウム水溶液で中和し、酢酸エチルで抽出した。有機層を飽和塩化ナトリウム水溶液で洗浄、硫酸ナトリウム上で乾燥、ろ過、減圧濃縮した。残渣を塩基性シリカゲルカラムクロマトグラフィー (ヘキサン/酢酸エチル 1:1 の後酢酸エチル) に供し、表題化合物の遊離塩基を得た。これを酢酸エチルに溶解し、4 M 塩化水素/酢酸エチル溶液を加え、減圧濃縮し、エタノール-ジイソプロピルエーテルから結晶化させて表題化合物 (333 mg、収率 70%) を得た。

融点 191-194  $^{\circ}\text{C}$ 。

$^1\text{H}$  NMR ( $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta$  1.22 (6H, s), 1.41 (3H, s), 1.47 (3H, s), 2.00-2.55 (2H,